

Udvikling af pakkeløsninger til etablering af faskiner ved hjælp af no-dig teknik

Udvikling af pakkeløsninger til etablering af faskiner ved hjælp af no-dig teknik

Søren Carsten Nielsen, Kim Petersen og Hugo Helsengreen
NCC Danmark A/S

Inge Faldager og Martin Møller
Teknologisk Institut, Rørcentret

Bent Ohlsen og Ingvar Villadsen
Birkerød Kommune

Indhold

INDHOLD	3
1 INDLEDNING	5
1.1 PROJEKTGRUNDLAG	5
2 BAGGRUND OG RESUMÉ	7
2.1 PERSPEKTIVER VED NEDSIVNING AF TAGVAND	7
2.1.1 <i>Reduktion af hydrauliske problemer og overløbsmængder i fællessystemer</i>	7
2.1.2 <i>Effekten på renseanlæg</i>	7
2.1.3 <i>Forbedringer i lokalmiljøet</i>	9
2.2 RESUMÉ	9
2.3 ANBEFALINGER	10
3 LOVGIVNING	11
3.1 NEDSIVNINGSTILLADELSER	11
4 FASKINER	13
4.1 FASKINEFORMEN	13
4.2 FYLDMATERIALE I FASKINER	14
4.3 AFGRÆNSNINGER MOD EKSISTERENDE JORD	15
4.4 FORDELING I FASKINEN	15
4.5 VALG AF FASKINETYPE	15
4.6 LEDNINGSDIMENSION OG LEDNINGSFALD	16
5 DIMENSIONERING AF FASKINER	17
5.1 JORDBUNDSFORHOLD	17
5.2 VALG AF OVERBELASTNINGSHYPPIGHED/GENTAGELSESPERIODE	17
5.3 DIMENSIONERINGSFORMLER FOR VIGTIGE PARAMETRE	18
5.4 EKSEMPLER	19
5.4.1 <i>Rektangulær faskine</i>	19
5.4.2 <i>Cirkulær faskine</i>	20
5.5 EKSEMPLER PÅ DIMENSIONERING	21
5.6 JORDBUNDSFORHOLD	21
6 TEKNIKKER TIL ETABLERING AF LEDNING MELLEM HUS OG FASKINE	22
6.1 BAGGRUND	22
6.2 FUNKTIONSKRAV	22
6.3 UDFØRELSESMETODER	23
6.3.1 <i>Jordraket</i>	23
6.3.2 <i>Jordraket med styr</i>	24
6.3.3 <i>Hammerboring</i>	25
6.4 STYRET BORING	28
6.4.1 <i>Boring af pilothul</i>	28
6.4.2 <i>Udvidelse af borehul</i>	29
6.4.3 <i>Installation af rør</i>	29
6.4.4 <i>Navigationssystem</i>	29
6.4.5 <i>Borevæske</i>	30
6.4.6 <i>Generelt</i>	30

7	SAMMENFATNING OG VURDERING AF NO-DIG UDSTYR	32
8	AFPROPNING OG NEDLÆGGELSE AF UBENYTTET LEDNINGER	34
8.1	AFPROPNING	34
8.1.1	<i>Afpropning uden opgravning</i>	35
8.2	NEDLÆGGELSE AF EN LEDNING	36
9	FORUNDERSØGELSER	38
9.1	ANDRE LEDNINGSANLÆG OG KONSTRUKTIONER	38
9.1.1	<i>Lovgrundlag</i>	38
9.1.2	<i>Oplysninger om placering</i>	38
9.1.3	<i>Lokalisering af stikledninger</i>	39
9.2	JORDBUNDSFORHOLD	39
9.3	AFSTANDSKRAV	39
10	EKSEMPLER PÅ PROJEKTERING AF ANLÆG	40
10.1	BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER	41
	<i>Eksempel 1: Hus nr. 6</i>	43
	<i>Eksempel 2: Hus nr. 10</i>	43
	<i>Eksempel 3: Hus nr. 14</i>	43
	<i>Eksempel 4: Hus nr. 15</i>	43
10.2	SAMMENFATNING	44
11	FREMTIDIGE MULIGHEDER	54

Bilag A: **Oversigt over love og regler**

Bilag B: **Litteraturoversigt**

1 Indledning

Dette projekt om "Udvikling af pakkelsninger til etablering af faskiner ved hjælp af no-dig teknik" indgår i en række forskningsprojekter igangsat af Miljøstyrelsen under "Aktionsplan til fremme af økologisk byfornyelse". Tema 4 - Genbrug af regnvand og gråt spildevand.

Projektet er udført af en arbejdsgruppe bestående af:

Søren Carsten Nielsen	NCC Danmark A/S(projektleder)
Kim Petersen	NCC Danmark A/S
Hugo Helsengreen	NCC Danmark A/S
Inge Faldager	Rørcentret, Teknologisk Institut
Martin Møller	Rørcentret, Teknologisk Institut
Bent Ohlsen	Birkerød Kommune
Ingvard Villadsen	Birkerød Kommune

1.1 Projektgrundlag

Folketinget vedtog den 29. april 1997 en ændring af miljøloven, hvorefter Miljøministeren er bemyndiget til at fastsætte regler om hel eller delvis ophævelse af tilslutningsret og -pligt til offentlige spildevandsanlæg. Denne nye bestemmelse er indsat bl.a. med henblik på at fremme afskæring af tagvand fra det offentlige kloaksystem.

For at gøre det attraktivt at benytte denne mulighed er det tvingende nødvendigt, at det praktiske arbejde med de nødvendige ændringer af afløbsanlæg på bebyggede ejendomme sker med så få beskadigelser som muligt på de enkelte grunde. Det gælder beskadigelser af beplantninger, belægninger osv. Grundejernes holdning til spørgsmålet om fraseparering af tagvandet vil nemlig i afgørende grad blive påvirket af, hvor store gener ændringerne vil medføre, og hvilken udgift grundejerne skal afholde i forbindelse med gennemførelse af ændringsarbejderne.

På de forholdsvis få ejendomme, hvor tagvand er ført til nedsivning, er arbejdet normalt udført som led i opførelse af bebyggelsen på grunden, og tagvandet vil typisk være ført til en stenfaskine. Sådanne afløbsanlæg er enkle og prisbillige at udføre, når det sker i forbindelse med opførelse af bebyggelsen. Det kan imidlertid være en vanskelig opgave at fraseparere tagvandet på en bebygget grund kloakeret med fællessystem. Ledningerne kan ligge under bygninger eller andre vanskeligt tilgængelige steder, og det vil af hensyn til forekomst af rotter i kloakkerne være nødvendigt effektivt at afproppe/injicere ledningsstrækninger, som efter fraseparering af tagvandet ikke længere skal anvendes. Hertil kommer, at de berørte arealer meget ofte vil være befæstet med fliser eller beplantet. Dette gælder såvel de arealer, der berøres af separeringsarbejderne som de arealer, hvor nye ledninger og nedsivningsanlæg skal etableres.

Udvikling af rationelle metoder til sådan omlægning af afløbssystemer på private ejendomme forudsætter belyst og afprøvet af metoder til:

- Korrekt fraseparering af tagvand
- Rottesikring af overflødiggjorte ledninger

- c) Udvikling/afprøvning af NO-DIG udstyr, så anlæg af nye ledningsstrækninger og faskiner i anlagte og tilvoksede haver kan ske med så små indgreb fra overfladen som muligt.
- d) Valg af/beskrivelse af forskellige faskinetyper

Arbejdet har været fulgt af en følgegruppe, der ud over arbejdsgruppen består af følgende medlemmer:

Ernst Ekegren	NCC Danmark A/S
Jørgen Grabow,	Hundsbæk og Henriksen
Kurt Ojgaard,	Stads- og havneingeniøren
Finn Kongsfelt,	ETA-Danmark

I forbindelse med fraseparering af regnvand vil det ofte være aktuelt at kombinere overvejelserne med opsamling af regnvand til brug ved havevanding. Emnet er relevant, men vil ikke blive behandlet i dette projekt.

2 Baggrund og resumé

2.1 Perspektiver ved nedsivning af tagvand

Nedsivning af regnvand skal ses som alternativ og supplement til den traditionelle kloakering. Der kan være følgende fordele ved nedsivning sammenlignet med traditionel kloakering:

- Økonomisk attraktiv løsning for reduktion af hydrauliske problemer i fællessystemer
 - Reduktion af overløbsmængder
 - Formindsket antal af kælderoversvømmelser
 - Færre udgifter til kloakreovering, idet der bliver bedre plads i ledningerne
- Reduceret belastning af renseanlæg
- Forbedringer i lokalmiljøet – mere vand i vandløb, søer mv.

Størrelsesordenen af nogle af disse fordele er vurderet i rapporten ”Effekten af nedsivning på traditionel regnvandsafledning” /1/, som er udarbejdet i tilknytning til Miljøstyrelsens redegørelse ”Lokal afledning af regnvand” /2/. Tilsvarende undersøgelser er udført i Holland, /3/.

2.1.1 Reduktion af hydrauliske problemer og overløbsmængder i fællessystemer

En reduktion af den hydrauliske belastning på et ledningsanlæg i fællessystemer medfører, at overløbsmængderne fra overløbsbygværker minskes. En reduktion af den hydrauliske belastning kan også medføre færre kælderoversvømmelser. Desuden kan en mindre hydraulisk belastning medføre, at ledningsnettet evt. kan renoveres, uden at det er nødvendigt at øge ledningsdimensionerne.

Forbedringer af eksisterende fællessystemer går primært i retning af at nedsætte de forureningsmængder, der via overløb føres fra fællessystemet til de omgivende recipienter. Den traditionelle løsning er bygning af forsinkelsesbassiner.

Brug af faskiner til nedsivning af regnvandet er en alternativ løsning, der tilmed kan være økonomisk attraktiv. Figur 2.1 viser den relative ændring (reduktion) i de årlige overløbsmængder, som kan opnås. De viste data stammer fra fire undersøgte oplande, to i Danmark og to i Holland /3/. Ændringen i overløbsmængderne er vist som funktion af den procentdel af det impermeable areal, som nedsives.

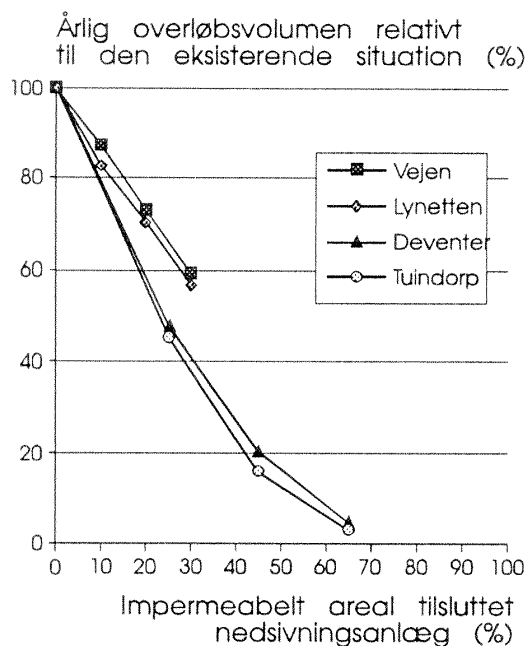
En reduktion i overløbsmængderne svarende til 60-70% af de eksisterende overløbsmængder kan opnås ved fx at tilføre 20 % af det impermeable areal til faskiner. I villaområder udgør hustage 40-50 % af det impermeable areal. En reduktion på 60-70 % af de eksisterende overløbsmængder kan også opnås ved at bygge forsinkelsesbassiner, men det fremgår imidlertid af undersøgelserne, at det nødvendige magasineringsvolumen ved faskineløsningen er væsentligt mindre end ved den traditionelle løsning med forsinkelsesbassiner.

2.1.2 Effekten på renseanlæg

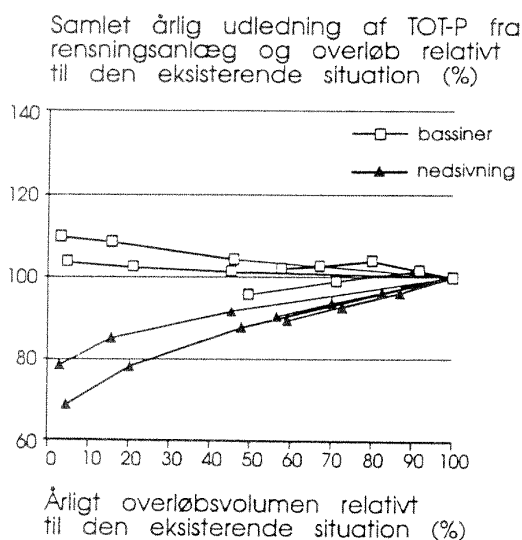
En af gevinsterne ved nedsivning af regnvand i fællessystemområder er, at det nedsivede vand ikke på noget tidspunkt belaster renseanlægget. Ved reduktion af

overløbsmængder med forsinkelsesbassiner ledes regnvandet derimod gennem renseanlægget, blot forsinket. Dette betyder, at mens løsningen med faskiner ikke ændrer væsentligt på udledningen af forurenende stoffer fra renseanlægget, da tørvejrbelastningen er dominerende, vil løsningen med forsinkelsesbassiner medføre en forøget udledning gennem renseanlægget.

Betragtes den samlede udledning af fosfor (TOT-P) fra både renseanlæg og overløb, fremgår det af figur 2.2, at faskineløsningen har en reducerende effekt for de i undersøgelse fire betragtede oplande, mens bassinløsningen ingen nævneværdig effekt har.



FIGUR 2.1
Ændring af overløbsmængder som funktion af nedsivningsomfanget, /3/.



FIGUR 2.2
Udledningen af fosfor fra renseanlæg og overløbsbygværker ved brug af faskiner henholdsvis forsinkelsesbassiner, /3/.

2.1.3 Forbedringer i lokalmiljøet

Nedsivning af regnvand kan i lokalmiljøet have en gunstig virkning på grundvandet og dets tilstrømning til lokale rekreative vådområder, såsom lokale vandløb, søer og moser. Derimod må det generelle bidrag til grundvandsdannelsen fra de bymæssige områder anses for at være af mindre betydning.

2.2 Resumé

I denne rapport er problemfelterne omkring etablering af faskiner gennemgået, og specielt er der lagt vægt på, hvordan man kan anvende løsninger uden opgravning ved etablering af ledningerne fra ejendommen til faskinerne.

I kapitel 3 er den eksisterende lovgivning gennemgået. Her er lagt vægt på betingelserne for at udtræde af kloakfællesskabet samt de betingelser, der skal være opfyldt for at få en nedsivningstilladelse til tagvand.

I kapitel 4 er opbygningen af faskiner gennemgået, og kapitel 5 behandler både gamle og nye metoder til dimensionering af faskiner. Det største problem i forbindelse med dimensionering af faskiner er at vurdere jordbundsforholdene og at fastsætte den hydrauliske ledningsevne for jorden. For at kunne dimensionere med en tilstrækkelig sikkerhed, bør der udvikles metoder til infiltrationsundersøgelser, specielt til brug ved dimensionering af større faskiner.

Nedsivning i lerjord medfører meget store faskiner, fordi jordens hydrauliske ledningsevne er lille. Teoretisk er det muligt at etablere faskiner i lerjord, men det undlades ofte, fordi så store faskiner er meget dyre at etablere. I praksis fungerer mindre faskiner i lerjord alligevel. I den øverste del af en leret jord vil jorden være fuld af revner/sprækker og hulrum fra ormegang og planterødder. Denne makrostruktur gør, at der alligevel kan bortledes en del vand i leret jord.

Kapitel 6 angiver de generelle funktionskrav, der kan stilles til udstyr til rørlægning uden opgravning, og derefter gennemgås forskellige relevante teknikker.

I kapitel 7 sammenlignes metoderne og den bedst egnede udpeges. Opgaverne med fraseparering af tagvand fra et almindeligt parcelhus er absolut i entreprenørmæssig sammenhæng en meget lille opgave. Derfor har det betydning, at maskinerne er integrerede, så der ikke skal mobiliseres mere end en enhed for at gennemføre opgaven. Dette er en ideel betragtning, hvor den konkrete udførelse afhænger af den enkelte entreprenørs maskinel, arbejdsbelastning mm. Samlet vurderes, at hammerboringen er den teknik, der vil være bedst egnet, og som vurderes at kunne klare alle forekommende opgaver indenfor området. Specielt vurderes den pitbase-rede udgave at være meget anvendelig, ikke mindst i en version der er integreret med en minigravemaskine.

I kapitel 8 beskrives, hvorledes man kan afproppe og nedlægge ledninger, der ikke længere er i brug, og relevante forundersøgelser i forbindelse med etablering af faskiner gennemgås i kapitel 9.

I kapitel 10 gennemgås 4 af de 23 skitseprojekter på etablering af anlæg, der er foretaget i projektperioden. For alle 23 skitseprojekter er der foretaget overslagsberegninger på etablering af faskine. Etablering af faskineanlæg vil kun i de færreste tilfælde kunne gennemføres for de 12.000 kr., som kommunen kan vælge at tilbagebetale, hvis tagvandet nedsives i stedet for at afledes til det kommunale afløbssystem.

Prisen for et faskineanlæg ligger i gennemsnit på ca. 24.000 kr. og i mange tilfælde vil det være billigere at etablere et faskineanlæg ved hjælp af no-dig metoder end ved traditionel gravning. Endelig er anvendelsen af no-dig metoder meget skånsom mod haveanlæggene. Der er minimale gener fra opgravning og der skal ikke anvendes kræfter på reetablering af beplantning, fliser eller andet.

I kapitel 11 er der beskrevet forskellige eksempler på tiltag, der kan gøre det mere attraktivt at nedsive tagvand på egen grund.

2.3 anbefalinger

Det gennemførte teoretiske projektarbejde har vist, at det teoretisk er muligt at etablere faskineløsninger ved hjælp af no-dig teknikker.

Etablering af faskiner med no-dig løsninger kan prismæssigt konkurrere med traditionel opgravning, men det vil kun i de færreste tilfælde være muligt at etablere et faskineanlæg for de 12.000 kr., kommunen kan vælge at tilbagebetale.

Nogle af de muligheder, der kan peges på for at øge incitament til etablering af nedsivning af tagvand på egen grund kan være:

- Nedsættelse af vandafledningsbidraget.
- Indførelse af grønne skatter på afledning af tagvand til fællessystemer.
- Specifikke tilskud til den enkelte husejer.

Det teoretiske projektarbejde bør følges op med udførelse af anlæg i praksis, hvor relevante praktiske erfaringer og problemer kan belyses. Følgende problemområder bør belyses.

- Nedsivning af regnvand i forskellige typer af jordbund. Både teoretiske og praktiske erfaringer savnes.
- Forskellige typer af faskiner. Hvordan fungerer de nye kassettesystemer i praksis ?
- Forskellige følgeskader på grund af nedsivning af tagvand. Fx opblødning af græsplæner, fugt i kældervægge eller fundament samt andre skader/gener.
- Hvor megen opgravning er nødvendigt og hvor megen forstyrrelse giver de nye teknikker til no-dig etablering af ledninger.
- Hvad koster det at etablere et anlæg ved et parcelhus ved hjælp af no-dig teknik i virkeligheden og hvilke fordele kan der opnås, hvis man fx samarbejder med en grundejerforening, så man kan få stordriftsfordele.
- Hvilke kriterier anvendes i praksis for at vælge mellem en graveløsning og en no-dig løsning.

3 Lovgivning

Jævnfør miljølovgivningen er en grundejer forpligtet til at tilslutte sig det offentlige afløbssystem, når kommunen har ført stikledningen frem til grunden. I eksisterende systemer er det normalt, at både regnvand og spildevand tilsluttes kommunens afløbssystem.

I nye udstykningsområder er det efterhånden blevet almindeligt, at der er krav om, at tagvandet nedsives på egen grund, mens spildevand og regnvand fra terræn afledes i kommunens afløbssystem.

I eksisterende byområder kræver det også tilladelse fra kommunen, hvis man ønsker at nedsive tagvandet, som hidtil har været ført til hovedkloak. Kommuner kan enten blot give en nedsivningstilladelse, eller de kan vælge at give tilladelse til, at man træder ud af kloakfællesskabet og evt. får tilbagebetalt tilslutningsbidraget for regnvand.

I bekendtgørelse nr. 501 af 21/6-1999, bekendtgørelse om spildevandstilladelser mv. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4, er der fastsat regler for, hvordan man kan udtræde af kloakfællesskabet.

Forudsætningen for en hel eller delvis udtræden af kloakforsyningen er:

- Området skal i spildevandsplaner være udpeget som et område, hvor kommunalbestyrelsen er indstillet på helt eller delvist at ophæve tilslutningspligten
- Der skal være enighed om udtræden mellem grundejeren og kommunen
- Kloakforsyningens samlede økonomi må ikke forringes væsentligt
- Kloakforsyningen skal fortsat kunne fungere teknisk forsvarligt
- Der skal kunne gives tilladelse til en alternativ bortskaffelse/afledning af spildevandet.

Ved tilladelse til at udtræde af kloakforsyningen er kommunen ikke pligtig til at foretage en tilbagebetaling, idet kloakforsyningen jo allerede har afholdt de anlægsudgifter, som tilslutningsbidraget skal dække.

Kommunen kan dog vælge at tilbyde lodsejeren at få tilbagebetalt tilslutningsafgiften, der for regnvandsdelen er max 12.000,00 kr. plus moms.

En eventuel tilbagebetaling vil normalt være betinget af, at der etableres en alternativ bortskaffelse og selve udbetalingen foretages mod dokumentation af, at den alternative bortskaffelse er etableret. Kommunens tilbud om tilbagebetaling af tilslutningsbidrag er normalt tidsbegrænset.

Der betales ikke vandafledningsafgift for afledning af regnvand.

3.1 Nedsivningstilladelser

Tilladelse til at aflede tagvand til nedsivning kan gives af kommunen, når følgende betingelser jævnfør bekendtgørelse nr. 501 af 21/6-1999, er opfyldt:

- Afledningen skal ske til et separat nedsivningsanlæg, hvortil der ikke ledes andre former for spildevand.

- Nedsivningsanlægget dimensioneres, placeres og udføres således, at der ikke opstår overfladisk afstrømning eller gener i øvrigt.
- Afstanden til vandindvindingsanlæg, hvortil der stilles krav til drikkevandskvalitet, er mindst 25 meter.
- Afstanden til vandløb, søer eller havet er mindst 25 meter.

I miljølovgivningen er der ikke fastsat regler for dimensionering og udformning af faskiner.

De regler, der i dag anvendes, findes i DS 440 Norm for mindre afløbsanlæg med nedsivning, 1983. Normen beskriver primært funktionskrav til faskiner og giver desuden en vejledning i udformningen. Af hensyn til fugtbeskyttelse anbefaler normen følgende afstandskrav i forbindelse med etablering af faskine.

Beboelseshuse og huse med kælder	5 meter
Huse uden beboelse eller kælder	2 meter
Skel	2 meter

De følgende kapitler kan betragtes som et supplement til normens vejledning om udførelse af faskiner.

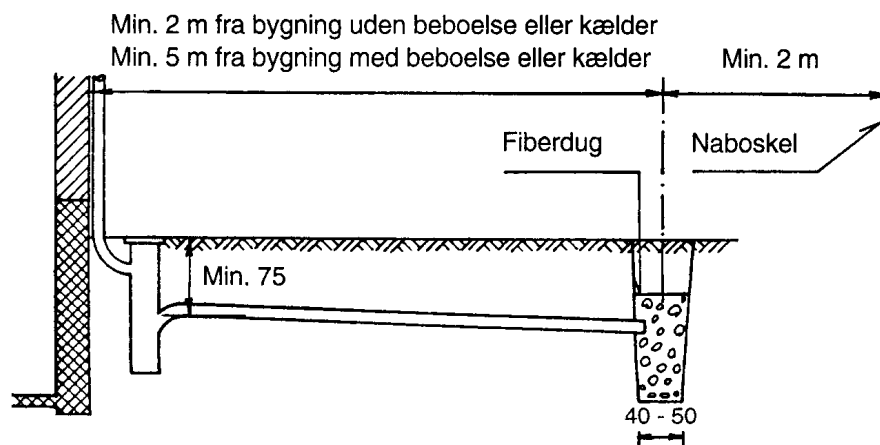
I bilag 1 er givet en oversigt over de love, regler og vejledninger, der findes vedrørende nedsivning af regnvand.

4 Faskiner

Nedsivningsanlæg for overfladevand består af et sandfang og en nedsivningsdel, der kan udformes som en faskine. En faskine er i princippet et hul/hulrum i jorden, hvor overfladevandet siver ud gennem faskinens bund og sider, og hvor faskinens volumen skal være stort nok til at opmagasinere vandmængden, hvis tilstrømningen er større end udsivningen.

Alle faskiner skal forsynes med et effektivt sandfang ved indløbet, så bundfældeligt og suspenderet stof fjernes inden indløbet i faskinen.

For små faskiner (parcelhuse) er en nedløbsbrønd tilstrækkelig. Ved større faskiner skal der anvendes traditionelle sandfang.

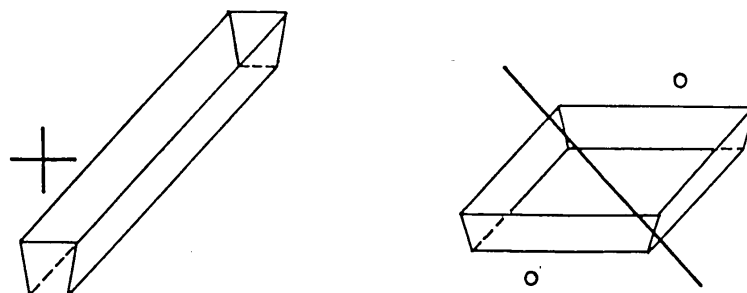


FIGUR 4.1
Opbygningen af en traditionel faskine ved et parcelhus. Afstandskravene på tegningen er vejledende.

4.1 Faskineformen

Da udsivningen primært foregår gennem sidefladerne, skal faskinen udformes, så den får størst muligt sidefladeareal i forhold til bundfladen.

Dette medfører, at en lang smal faskine er bedre end en kvadratisk.



FIGUR 4.2
Faskiner bør være lange og smalle.

Bunden i større faskiner med fordelerrangement skal anlægges med et fald på 2 - 3 ‰ bort fra fordelerrangementet.

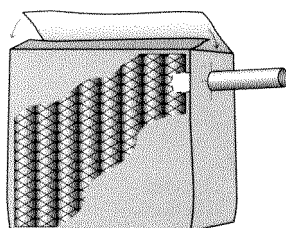
4.2 Fyldmateriale i faskiner

Materialet skal vælges ud fra hulrumsprocenten - jo større hulrumsprocent jo større magasineringsvolumen.

Hvis der anvendes sten, bør materialet være vasket, så stenmel og ler er væk inden anbringelsen. Normalt anvendes singels 32/64 mm.

Som alternativ til en faskine fyldt med sten, kan faskinen eksempelvis bygges op af kassetter, lodretstående perforerede plastrør eller lignende. Ved denne løsning opnås en meget stor hulrumsprocent.

Figur 4.3 viser et eksempel på et kassettesystem, hvor en plastkassette anvendes til at udfylde hulrummet i jorden.



FIGUR 4.3

Eksempel på en kassette, der kan bruges som fyld i faskiner og som giver en stor hulrumsprocent.

På det danske marked findes også en faskinetype, hvor faskinen opbygges af en plastbeholder med perforerede sider. Udsivningen foregår således gennem de perforerede sider, og hele volumenet inde i beholderen kan anvendes til opmagasiner af regnvand. Hulrumsprocenten i denne faskinetype er således 100.

Betondæksel

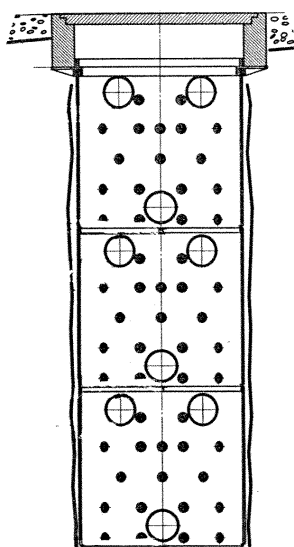


FIG. 4.4

Faskine udført af perforeret plastbeholder. Hulrumsprocenten er 100.

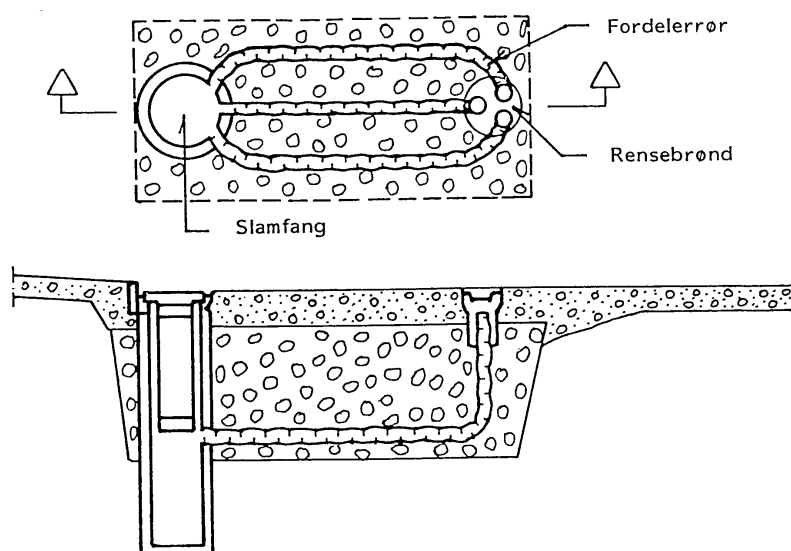
4.3 Afgrænsninger mod eksisterende jord

Ved faskiner bør der indlægges et "filter" mellem faskinefyldet og jorden, hvis den eksisterende jord består af enskornet sand. Dette filter kan enten være geotekstil eller et sandfilter - der kan dimensioneres jf. "Norm for dræning af bygværker, DS 436". Ved "kassettefaskiner" skal anlægget altid pakkes ind i geotekstil. Geotekstilet skal være en ikke vævet type, have en vandgennemtrængelighed på tværs af geotekstilets plan på mindst 20.000 liter/m²/døgn og en brudforlængelse på mindst 25%.

Geotekstil skal vælges med omhu, idet der findes mange forskellige typer. Vælges den forkerte, kan geotekstilen stoppe til og forhindre udsivning fra faskinen.

4.4 Fordeling i faskinen

Regnvandet skal fordeles over hele faskinen så hurtigt som muligt. Derfor skal der altid i større faskiner med stenfyld udlægges fordelerrør, se figur 4.5.



FIGUR 4.5
Faskine med slamfang, fordelerrør og rensbrønd.

Af hensyn til lufttilgang til faskinen samt drift og vedligehold bør fordelerrørene afsluttes i en rensbrønd, så der er mulighed for at rense hver ledning for sig. Fordelerrørene kan være almindelige drænrør eller ikke-opspolede rør med et stort slidareal. Indvendigt glatte rør er nemmere at rengøre end korrugerede rør.

4.5 Valg af faskinetype

Valg af faskinetype afhænger af økonomi, pladsforhold, holdbarhed mv. Hidtil har faskiner opbygget med singels været det mest almindelige. Hvis kassetterne bliver tilstrækkelig billige, vil de på sigt afløse singels som fyld i faskiner. I etablerede haver er kassetter oftest billigst, fordi det giver mindre opgravning og jordhåndtering og dermed også mindre retablering.

4.6 Ledningsdimension og ledningsfald

Jævnfør DS 432 Norm for afløbsinstallationer kan ledninger efter sandfang (nedløbsbrønd) lægges med 10 ‰, uanset hvor små vandstrømme der skal føres bort. Minimumsfaldet mellem nedløbsbrønden og faskinen kan derfor sættes til 10 ‰

En afløbsledning skal normalt ligge mireret, og specielt ved fald omkring minimumsfaldet er dette krav vigtigt. Hvis der er stort fald mellem huset og en faskine, er det mindre vigtigt, at ledningen ligger helt mireret. Der må dog ikke være strækninger, der ligger vandret eller har bagfald.

Mindste ledningsdimension (indvendig diameter) for en ledning, der fører regnvand, er 75 mm. Der er imidlertid ikke VA-godkendte rørsystemer til jord i den diameter. PE-rør er godkendte i dimensioner fra 90 mm og for de øvrige materialer er den praktiske minimumsdimension $\varnothing 100/\varnothing 110$ mm.

5 Dimensionering af faskiner

Dimensionering af faskiner har altid foregået efter tommelfingerregler, idet det i DS 440 Norm for mindre afløbsanlæg for nedsivning er angivet, at i lerjord kan faskinens rumfang sættes til 1 m^3 for hver 30 m^2 tagvand. I sand og grus kan rumfanget eventuel formindskes.

Denne dimensioneringspraksis anvendes i vid udstrækning til dimensionering af faskiner for carporte, udestuer og parcelhuse. Der er ikke foretaget undersøgelser af, om det giver tilstrækkelige dimensioner, idet myndighederne ikke interesserer sig for, om jordbunden i perioden er opblødt i parcelhushaven.

I det følgende angives en mere avanceret metode til dimensionering af faskiner. Metoden er beskrevet i Spildevandskommiteens skrift nr. 25, 1995, Nedsivning af regnvand - dimensionering. Metoden er velegnet til dimensionering af lidt større faskiner.

En faskine beregnes i princippet på samme måde som et forsinkelsesbassin. Afløbet fra faskinen er den mængde vand, der siver ud gennem faskinens sider. Selve volumen af faskinen afhænger desuden af, hvilken overbelastningshyppighed man vælger.

5.1 Jordbundsforhold

Afløbet fra faskinen afhænger af jordbunden og i figur 5.1 er vist tabelværdier for den mættede hydrauliske ledningsevne for forskellige jordtyper.

Jordtype	Kornstørrelse	Hydraulisk ledningsevne K
	μm	$\mu\text{m/s}$
Grus	2.000 - 60.000	1.000 - 100.000
Sand	50-2.000	10-10.000
Silt	2-50	0,001-10
Ler	0-2	< 0,001
Moræneler	-	0,0001-1

FIGUR 5.1
Tabelværdier for den mættede hydrauliske ledningsevne for forskellige jordtyper.

5.2 Valg af overbelastningshyppighed/gentagelsesperiode

De traditionelle gentagelsesperioder ved dimensionering af afløbssystemer er $T = 2$ år (overskridelse hvert andet år) for fællessystemer og $T = 1$ år (overskridelse hvert år) for separatsystemer. Det er derfor nærliggende også at anvende fx $T = 2$ år ved dimensionering af faskiner.

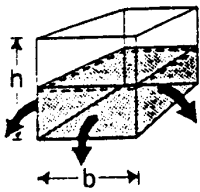
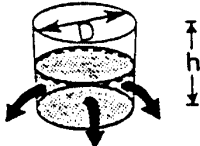
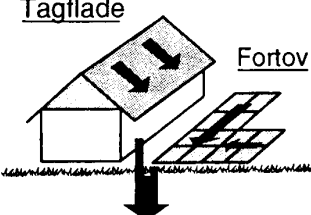
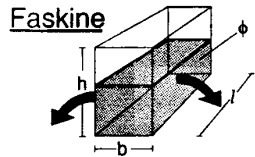
Det er vigtigt i hvert enkelt tilfælde at vurdere de lokale forhold og fastsætte den nødvendige gentagelsesperiode i forhold til konsekvenserne af at overskride ned-

sivningsanlæggets kapacitet. Overbelastningshyppigheden vælges fx ud fra de gener, der kan opstå og accepteres ved overbelastning, samt om generne forekommer på egen grund eller på nabogrunden.

5.3 Dimensioneringsformler for vigtige parametre

Der er erfaringer for, at faskiners bundflade med tiden stopper til, så vandet kun siver ud gennem siderne. Derfor bør man vælge kun at anvende formler, hvor bundfladen ikke indgår.

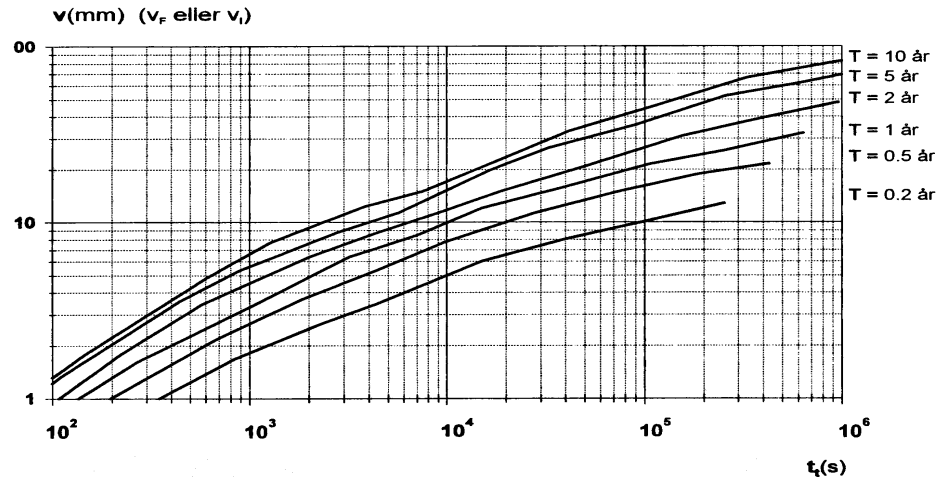
I det følgende er formlerne for beregning af rendefaskinen og cirkulære faskiner angivet.

Faskinetype	Tømmningstid
<p>Rektangulær faskine</p>  <p>Cirkulær faskine</p> 	$v_F = \frac{\ell b h \phi}{A_r}$ $a_F = \frac{(\ell+b) h K}{A_r}$ $t_r = \frac{\ell b \phi}{(\ell+b) K}$ $v_F = \frac{\pi D^2 h \phi}{4 A_r}$ $a_F = \frac{\pi D h K}{2 A_r}$ $t_r = \frac{D \phi}{2 K}$
<p>Tagflade</p> 	<p>Målv regnserie</p> <p>A_r [m²] Reduceret areal $l_0 = 0,6$ mm Initialtab $t_c = 5$ min. Koncentrationstid</p>
<p>Faskine</p> 	<p>ϕ [-] Porøsitet af fyldmateriale i faskine l [m] Længde b [m] Bredde h [m] Højde V_F [m³] Magasinvolumen i faskinen v_F [m] Specifikt magasinvolumen, $v_F = \frac{V_F}{A_r}$ Q_p [m³/s] Perkolationskapacitet K [m/s] Jordens mættede hydrauliske ledningsevne a_F [m/s] Afløbstal for faskine, $a_F = \frac{Q_p}{A_r}$</p>

FIGUR 5.2
Beregningsformler for udvalgte faskinetyper.

Dimensioneringen gennemføres efter følgende metode:

1. Der vælges en gentagelsesperiode T for overbelastning, ud fra hvor tit man kan acceptere, at faskinen overbelastes.
2. Faskinens geometritype fastlægges, og den karakteristiske tømningstid t_t beregnes ud fra geometriparametre og jordens hydrauliske ledningsevne. I figur 5.2 er beregningsformlerne angivet for nogle udvalgte typer af faskiner.
3. Med t_t og T som indgang, aflæses det nødvendige specifikke magasineringsvolumen v_f på figur 5.3, og den nødvendige geometri fastlægges.



FIGUR 5.3

Diagram til dimensionering af nedslivningsanlæg baseret på regndata fra Måløv (1979-92). Diagrammet viser for udvalgte gentagelsesperioder T sammenhængen mellem den karakteristiske tømningstid, t_t og det nødvendige specifikke magasineringsvolumen v_f .

5.4 Eksempler

5.4.1 Rektangulær faskine

Der skal dimensioneres en faskine til at modtage regnvand fra et parcelhustag på 200 m^2 . Faskinen udføres som en rendefaskine med en bredde på 0,5 m, en højde på 0,6 m. Fyldmaterialet er singels med et hulrumsprocent på 20. Faskinen placeres i en sandet jord med en hydraulisk ledningsevne på $K = 10^{-4} \text{ m/s}$. Faskinen dimensioneres, så gentagelsesperioden for overskridelse af kapaciteten er $T = 2 \text{ år}$.

Den karakteristiske tømningstid er:

$$t = \frac{bx\phi}{K} = \frac{0,5 \times 0,2}{10^{-4}} = 1000 = 10^3 \text{ sek.}$$

Med t og T som indgangsparametre kan man i figur 5.3 aflæse det specifikke magasinivolumen til:

$$V_f = 4,5 \text{ mm} = 4,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Det totale faskinevolumen bliver så:

$$V = 4,5 \times 10^{-3} \times 200 = 0,9 \text{ m}^3$$

Derefter kan faskinens længde beregnes:

$$l = \frac{V}{b \times h \times \phi} = \frac{0,9}{0,5 \times 0,6 \times 0,2} = 15 \text{ meter}$$

Hvis man i stedet brugte kasetteelementer, der har en høj hulrumsprocent, bliver beregningerne som følger:

$$\text{Hulrumsprocent} = 90$$

Den karakteristiske tømme tid er:

$$t = \frac{0,5 \times 0,9}{10^{-4}} = 4,5 \times 10^{-3} \text{ sek.}$$

$$\text{Specifikt faskinevolumen } V_f = 9 \text{ mm} = 9 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{Totale faskinevolumen } V = 9 \times 10^{-3} \times 200 = 1,8 \text{ m}^3$$

Derefter beregnes faskinens længde til:

$$l = \frac{1,8}{0,5 \times 0,6 \times 0,9} = 6,7 \text{ m}$$

5.4.2 Cirkulær faskine

Der skal dimensioneres en faskine til at modtage regnvand fra et parcelhus på 200 m². Faskinen udføres som en cirkulær faskine med en diameter på 1 meter. Det er en plastfaskine med en hulrumsprocent på 100. Faskinen placeres på sandet jord med en hydraulisk ledningsevne på $K = 10^{-4}$ m/s. Faskinen dimensioneres så gentagelsesperioden for overskridelse af kapaciteten er $T = 2$ år.

Den karakteristiske tømme tid er:

$$t = \frac{D \times \phi}{2 \times K} = \frac{1 \times 1}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^3 \text{ sek.}$$

Med t og T som indgangsparametre kan man i figur 5.3 aflæse det specifikke magasinvolumen til:

$$V_f = 9 \text{ mm} = 9 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Det totale faskinevolumen bliver så:

$$V = 9 \times 10^{-3} \times 200 = 1,8 \text{ m}^3$$

Derefter kan faskinens højde beregnes:

$$V = \frac{\pi \times D^2 \times h}{4}$$

$$h = \frac{V \times 4}{\pi \times D^2} = \frac{1,8 \times 4}{\pi \times 1} = 2,3 \text{ m}$$

Faskinen kan således laves som 2 cirkulære faskiner med en effektiv dybde på 1,15 m svarende til en dybde af faskinen på minimum $1,15 \times 0,75$ (frostfri dybde) = 1,9 meter under terræn.

5.5 Eksempler på dimensionering

For at illustrere betydningen af beregningsmetoden, jordbundsforholdene og hulrumsprocenten i faskinen, er der i figur 5.4 vist den beregnede faskinelængde for en rendefaskine ved forskellige beregningsforudsætninger.

Beregningsmetode	DS 440	SVK 25	SVK 25
Jordbund	$\phi = 0,25$	$\phi = 0,25$	$\phi = 0,9$
$K = 10^{-7}$ m/s (Silt)	6,7 m	48 m	18,4 m
$K = 10^{-6}$ m/s (silt/sand)	6,7 m	28 m	10,4 m
$K = 10^{-5}$ m/s (sand)	6,7 m	13,6 m	5,8 m
$K = 10^{-4}$ m/s (sand)	6,7 m	5,6 m	2,7 m

Beregningsforudsætninger:

- Tagflade 200 m²
- Faskinedimensioner 1 x 1 m
- Overbelastningshyppighed T = 2 ~ en gang hvert andet år
- SVK 25 – Spildevandskommiteens skrift nr. 25
- DS 440 Norm for mindre afløbsanlæg med nedsivning
- Porøsitet af fyldmateriale = 0,25 og 0,9

FIGUR 5.4

Oversigt over beregnede faskinelængder som funktion af beregningsmetode, jordbundsforhold og hulrumsprocent.

5.6 Jordbundsforhold

Det største problem i forbindelse med dimensionering af faskiner er at vurdere jordbundsforholdene og at fastsætte den hydrauliske ledningsevne for jorden. For at kunne dimensionere med en tilstrækkelig sikkerhed, bør der udvikles metoder til infiltrationsundersøgelser, specielt til brug ved dimensionering af større faskiner.

Nedsivning i lerjord medfører meget store faskiner, fordi jordens hydrauliske ledningsevne er lille. Teoretisk er det derfor muligt at etablere faskiner i lerjord, men det undlades ofte, fordi så store faskiner er meget dyre at etablere.

I praksis fungerer mindre faskiner i lerjord alligevel. I den øverste del af en leret jord vil jorden være fuld af revner/sprækker og hulrum fra ormegang og planterødder. Denne makrostruktur gør, at der alligevel kan bortledes en del vand i leret jord.

I leret jord skal faskinerne derfor stadig være større end i sand. Man kan desuden overveje at udføre faskinerne med nødoverløb til hovedkloaksystemet. Forsinkelsen af regnvandet i faskinen kan have stor betydning for hovedkloakkens hydrauliske kapacitet ved kraftige regnskyl.

6 Teknikker til etablering af ledning mellem hus og faskine

6.1 Baggrund

Ved etablering af faskiner er det påkrævet at foretage opgravning for at få placeret fyldmateriale eller kassetter i faskinen, så der er mulighed for opmagasinering af regnvand. Ledningen mellem tagbrøndene og faskinen kan ligeledes udføres ved opgravning, men her udgør nye teknikker med rørlægning uden opgravning et alternativ.

Rørlægning uden opgravning, de såkaldte no-dig metoder er begyndt med rørpresning, hvilket næsten udelukkende blev anvendt, når vand og afløbsledninger eller elkabler skulle passere større veje eller jernbaner. Teknik og materiel var ikke egnet til andre typer af opgaver. Baggrunden for at anvende teknikken var, at projektet kunne gennemføres uden at skulle forstyrre trafikken og med færre omkostninger til reetablering af belægninger og underliggende vejfasser.

I dag er teknikker til rørlægning uden opgravning blevet en meget anvendt og etableret del af de fleste ledningsprojekter, og såvel maskinel som teknikker er tilpasset projekter i forskellige størrelser.

For projekter med fraseparering af tagvand i eksisterende bebyggelser vil der i mange tilfælde være store fordele ved at kunne lægge rør mellem tagbrøndene og faskinen uden at skulle grave op i hele rørets længde. Omkring huset, hvor tagbrøndene står, vil der typisk være terrasser og passager med faste belægninger, som det er tidskrævende at reetablere. Hertil kommer beplantninger samt eventuelle terrænspring i haven, som det ikke er nødvendigt at flytte eller bryde ned, hvis røret lægges uden opgravning.

Maskiner til udførelse af no-dig rørlægning kan i dag fås i størrelser, som kun vil medføre begrænset eller ingen skade på fx græsplæner. Med disse kan der lægges rør til priser, som er lavere end det som genplantning og reetablering af belægninger koster.

I det følgende beskrives de funktionskrav, der må stilles til no-dig metoderne, som skal anvendes til fraseparering af regnvand. Efterfølgende beskrives det bedst egnede udstyr til løsning af opgaverne.

6.2 Funktionskrav

Tagvandet skal transporteres fra nedløbsbrønden ved huset og frem til faskinen i en lukket ledning under terræn. Ledningen skal ligge i frostfri dybde, og den skal placeres så dybt under terræn, at den ikke overbelastes af aktiviteter på terrænoverfladen.

Inden tagvand ledes til ledningen, skal der i nedløbsbrønden ske en fraseparering af blade og andet, som kan afsættes i ledningen og hindre fri gennemstrømning. Di-

mensionen på ledningen må ikke være mindre end 75 mm og i praksis vil en ledning med dimensionen 100 – 110 mm være bedst.

Funktionskravet til ledningens fald er, at det er min. 10 ‰. Dog behøver det ikke være mireret, blot der hele tiden er et fald på ledningen, så den ikke ligger vandret eller har bagfald.

Den ledningsstrækning, der skal anlægges, for at transportere regnvandet fra nedløbsbrønden og frem til faskinen, vil kun meget sjældent være længere end 30 m, hvilket kan betragtes som det maksimale, et udstyr skal kunne klare.

Under installationen skal udstyret være så let, at der ikke sker skader på belægninger og beplantning i haverne. Endvidere må det være muligt at komme omkring hjørner mm, hvor pladsen er trang. Det er vanskeligt at sætte faste funktionskrav, men nogle opgaver vil kun kunne løses, hvis maskinen kan bæres ind af 2 mand eller evt. løftes ind af en minigravemaskine. Maskiner, som kan skilles i flere dele, vil således i mange tilfælde være en fordel.

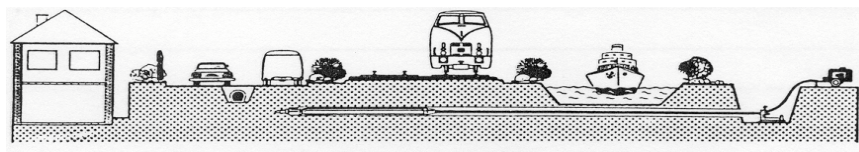
Til næsten alle opgaver vil kravene til boremaskinens størrelse bevirke, at det skal være boremaskiner med ekstern kraftforsyning. Kraftforsyningen til boremaskinen kan således komme fra en luftkompressor eller hydraulikmotor, der er placeret ude på vejen eller et andet tilgængeligt sted, hvor enheden ikke er til gene eller forvolder skader.

6.3 Udførelsesmetoder

I det følgende gennemgås de enkelte no-dig metoder til lægning af rør uden opgravning.

6.3.1 Jordraket

Jordraket er en meget anvendt metode til etablering af stikledninger for gas, vand og el. Jordraketten er et trykluftdrevet hammerhoved, der vibrerer sig igennem jorden. Hammeren kan trække fx en svejset PE-ledning efter sig. Det er også muligt at lade hammeren køre frem og så trække hammeren tilbage med en ledning efter sig. Hammerhovedet kan altså omstilles til at gå i begge retninger.



FIGUR 6.1
Boring af ledning i ny tracé, ved hjælp af jordraket.

Sådanne jordraketter findes i dag i mange forskellige fabrikater og i alle relevante dimensioner. Udformningen af jordraketten og den forreste spids kan være meget forskellig fra fabrikat til fabrikat – og afhængig af, hvilken jordart jordraketten er beregnet til.

Metoden er velegnet både i ler, sand og grus, men ikke i bløde jordarter, hvor hammerens vægt ofte betyder, at den synker ned og kommer ud af kurs.

Nøjagtigheden, hvormed den rammer slutpunktet, er typisk 1 % af ledningslængden.

Karakteristiske størrelser for jordraket til installation af 110 mm rør er angivet i figur 6.2.

Diameter af borehoved	130 mm
Længde	1,6 m
Vægt	97 kg
Borehastighed	10 m/time
Max borelængde	50 m
Max diameter på installeret rør	ø 110 mm

FIGUR 6.2

Karakteristiske størrelser for jordraket til installation af 110 mm rør.

Fordele ved jordraket:

- Let at transportere
- Ikke pladskrævende
- Ekstern kraftforsyning fra trykluft
- Lille investering

Begrænsninger ved jordraket:

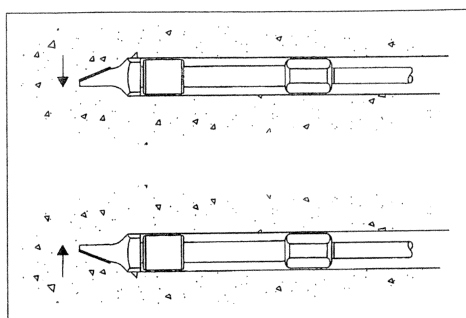
- Lille nøjagtighed med hensyn til fald
- Ingen mulighed for retningsændring

6.3.2 Jordraket med styr

Den seneste udvikling indenfor jordraketter er ”styrede jordraketter”. Den almindelige jordraket sendes af sted i den rette bane, som man ønsker tracet. Med den styrede raket kan man ændre retning undervejs og måske som det væsentligste, så kan man følge, hvor raketten befinder sig. Det betyder, at man hele tiden kan følge raketten retning og dybde, også hvis en forhindring bringer raketten ud af kurs.

Styrede jordraketter blev introduceret på det danske marked i maj 2000. Det er den tyske fabrik TRACTO-TECHNIK, der står bag denne nyskabelse på markedet. Princippet i den styrede raket er tilsvarende det, som bruges ved styret underboring, hvor borehovedet er asymmetrisk så man, når positionen kendes, kan få raketten til at gå i en bestemt retning. Styringsprincippet er forklaret i det efterfølgende afsnit.

Raketten position styres ved at dreje luftslangen, og det gøres fra en speciel bæk, som sættes op ved startpositionen. Enhver symmetrisk raket har en tendens til at gå opad, fordi de fleste trykbølger går i denne retning, hvor jorden kan løftes. Dette udnyttes ved, at raketten er konstrueret, så dens asymmetri ophæver naturens asymmetri og dermed skulle raketten køre lige ud/vandret, når hovedet står i en klokken 6 position.



FIGUR 6.3

Retningen bestemmes af det vinkelsatte styrehoved på raketten.

Overvågning af raketens position sker med udstyr, der er helt tilsvarende det, som bruges til styret boring. Hvis man allerede arbejder med styret boring, og det kan indpasses i produktionen, så kan udstyret til lokalisering bruges både til raketten og til boring.

Raketten skydes frem til modtagedstedet, hvorefter røret monteres på luftslangen, og der trækkes tilbage. Der er ingen hjælp fra udstyret til denne tilbagetrækning.

Karakteristiske størrelser for jordraketen med styr er angivet i figur 6.4.

Diameter af raket	82 mm
Længde	1,7 m
Vægt	44 kg
Borehastighed	10 m/time
Max borelængde	50 m
Max diameter på installeret rør	ø 63 mm

FIGUR 6.4

Karakteristiske størrelser for jordraketen med styr.

Fordele ved den styrede raket:

- Udstyret har et begrænset omfang og kan stilles op på steder, der ikke er tilgængelige med maskiner.
- Investering i udstyret er relativ lav.
- Kraftforsyningen er trykluft og dermed nemt tilgængelig.
- Boring udføres uden vand, så der er ikke vådt i afgang- eller modtagehul og ikke noget materiale, som skal transporteres væk.

Begrænsninger ved den styrede raket:

- Lav borehastighed
- Styring er vanskelig
- Rørdiameter er begrænset til 63 mm

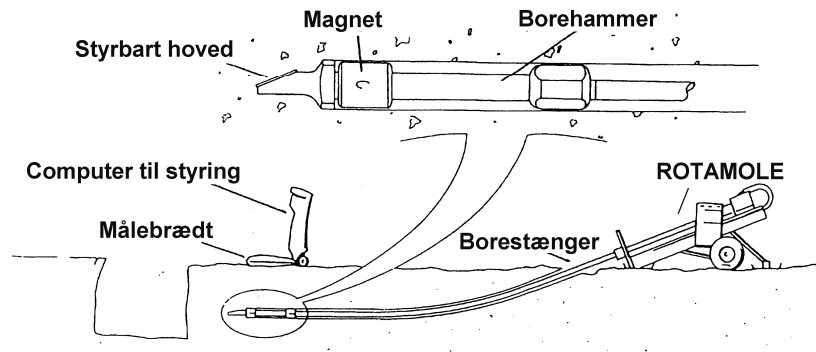
6.3.3 Hammerboring

Hammerboring er en teknik, hvor et borehoved drives frem ved lufthammerslag ligesom jordrakter, men borehovedet er monteret på borestænger og kan roteres samtidig med, at borehovedet bankes frem. Borehovedet er asymmetrisk og kan styres, og det er med lokaliseringsudstyr muligt at følge borehovedets placering. Maskiner til hammerboring og til styret boring, som beskrives i det følgende afsnit, finde i en terrænmodel og en pitmodel. Terrænmodellen er en maskine, der ofte er selvkørende og som kan stå på terræn og herfra udføre boreopgaver. Netop det at kunne bore vandret uden at skulle graves ned er en af de helt store fordele ved disse teknikker.

Men det er pladskrævende og maskinerne er forholdsvis store, derfor har man også udviklet en pit (udgravning) model. I den version skal der graves et hul til boremaskinen og maskinen udnytter hullets sider som modhold ved boring og i trækning

af rør. Pitmodellerne har en begrænset kapacitet med hensyn til borelængder og rørstørrelser, som kan installeres, men det er fuldt tilstrækkeligt til det, som skal bruges ved fraseparering af tagvand.

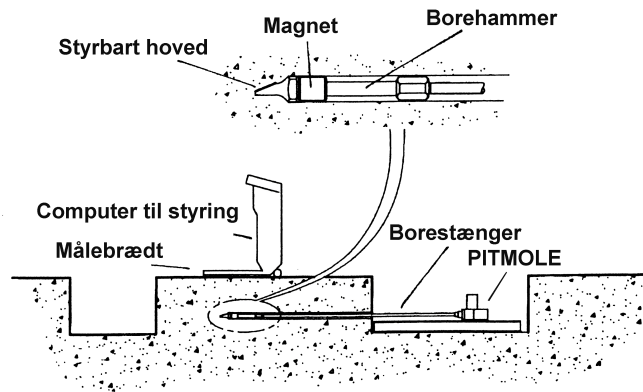
Princippet i en hammerboring som henholdsvis terræn og pitmodel er vist på figur 6.5 og 6.7.



FIGUR 6.5
Principtegning af hammerboring, terrænmodel.



FIGUR 6.6
Materiel til hammerboring – pitmodel.



FIGUR 6.7
Principtegning af hammerboring, pitmodel.

Nogle pitmodeller er endvidere udformet, så de kan skilles i flere stykker, før de samles nede i det gravede hul. Dermed er det muligt at bære maskinen ind med håndkraft, hvis det skulle vise sig at være nødvendigt.

Bortset fra at der ikke bruges borevæske, så er princippet for hammerboring helt tilsvarende det, der er beskrevet for styret boring på de følgende sider. Kraftenheden er separat og omfatter både trykluft og oliehydraulik, men begge er separate, hvilket giver lav vægt og stor fleksibilitet på selve boreenheden.

Karakteristiske størrelser for hammerboring er angivet i figur 6.8.

Diameter af borehoved	90 mm
Længde	1,65 m
Vægt	120 kg
Borehastighed	30 m/time
Boreradius	20 m
Max borelængde	100 m
Max diameter på installeret rør	ø 160 mm (200 mm i nogle tilfælde)

FIGUR 6.8
Karakteristiske størrelser for hammerboring – pitmodellen.

Fordele ved hammerboring:

- Høj borehastighed og sikker styring
- Let at transportere
- Installation af rør på 110 mm er mulig
- Nøjagtighed er på samme niveau som styret boring
- Ingen brug af borevæske

Begrænsninger ved hammerboring:

Den udgave, der står på terræn, har en længde på 3,2 m og er derfor i mange tilfælde for stor. I forhold til de opgaver, der ligger i separering af tagvand, er en meget velegnet teknik hammerboring. For den enkelte entreprenør kan der være en begrænset mængde af opgaver til en maskine af denne type, som vil gøre, at andre metoder foretrækkes.

6.4 Styret boring

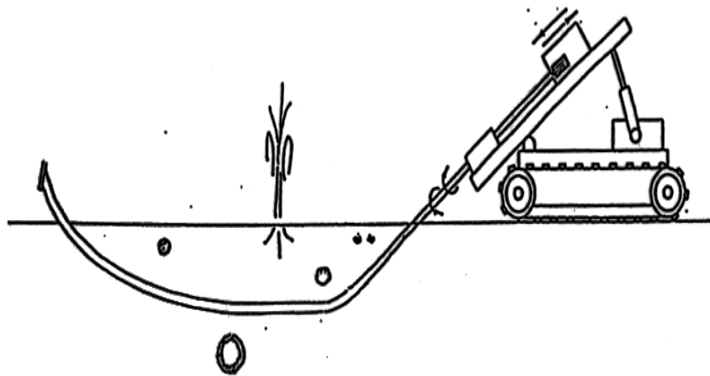
Vandrette styrede underboringer er en teknik, der muliggør udførelse af vandrette boringer, samt installation af rørmedie i den aktuelle boring. Boringen udføres af en borerig placeret på terræn, og det er muligt at udføre boringen i netop det tracé, der ønskes.

Der er følgende elementer i udførelse af en styrbar vandret underboring:

- Boring af pilothul med anvendelse af navigationsudstyr
- Eventuel gradvis udvidelse af borehullet (prereaming/forreaming)
- Udvidelse af borehul til endelig størrelse (slutreaming)
- Installation af rørmedie
- Navigationssystem
- Borevæske

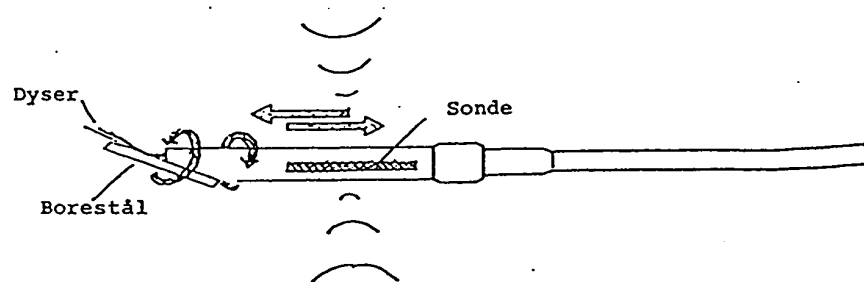
6.4.1 Boring af pilothul

Pilothullet udføres i det planlagte tracé ved fremboring med boreriggens borestænger. Den forreste borestang er monteret med en borebit udformet med spuledyser og asymmetrisk borespids, figur 6.9.



FIGUR 6.9
Pilotboring.

Borebitten bores frem ved hjælp af tryk og rotation af borestammen. Såfremt borebitten afviger fra det ønskede tracé, stoppes rotationen, og borestængerne presses frem. Den asymmetriske borespids tvinger nu borestængerne tilbage i det ønskede tracé, figur 6.10.



FIGUR 6.10
Borebit.

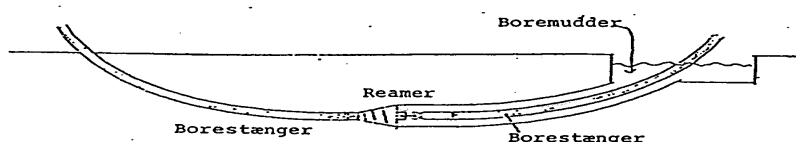
Under boreprocessen pumpes vand/borevæske igennem borestængerne og dyser. Herved opnås afkøling af borestængerne, samt nedsættelse af friktion mellem jord og stænger.

6.4.2 Udvidelse af borehul

Afhængig af dimensionen på det planlagte rør og de geologiske forhold kan boreformanden vælge at udføre en eller flere udvidelser af borehullet, figur 6.7. Dette sker med et boreværktøj kaldet en reamer.

Reameren monteres på borestanden, der er benyttet til at udføre pilot-hullet. Bore-riggen trækker og roterer reameren tilbage gennem pilot-hullet, som derved udvides til reamerens diameter. Under trækning af reameren monteres et nyt sæt borestænger i borehullet og derved vil der efter endt forreamning være efterladt en længde borestænger i borehullet.

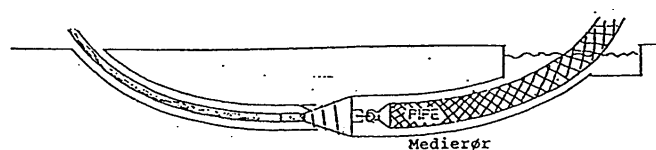
Under boreprocessen pumpes boremudder igennem borestængerne og via dyser i reameren ud i borehullet. Derved sikres dels, at cuttings (udboret jord) transporteres ud af borehullet og dels en stabilisering af borevæggen.



FIGUR 6.11
Forreaming.

6.4.3 Installation af rør

Installation af rør i borehullet udføres som forreamning. Rørene monteres på reameren med et trækhead med indbygget svirvel, og reameren samt rør trækkes ind i borehullet, figur 6.12.



FIGUR 6.12
Installation af rør.

6.4.4 Navigationssystem

Umiddelbart bag borebitten er der placeret en sonde, der korresponderer med en modtagestation på terræn.

Navigationssystemet er baseret på et radiosignalsystem. Systemet gør, at det kan aflæses på modtagestationen, i hvilken dybde sonden befinder sig, hvordan den vender, og hvilken hældning den har.

6.4.5 Borevæske

Borevæske er afgørende for en succesfuld udførelse af en boring. Der findes forskellige former for tilsætningsmidler i borevæsken, her skal blot nævnes de mest gængse:

- Vand
- Bentonit
- Polymer
- Barite

Det er afgørende, med hvilket formål boringen udføres. Såfremt boringen skal bruges til en drænboring, vælges en borevæske, der er selvnedbrydende, således at gennemstrømmeligheden i formationen ikke forringes. I tilfælde af, at medierøret er et trækkerør til fx kabler, vælges en prismæssig billigere borevæske bestående af en vand- og bentonitblanding.

Endvidere er typen af aflejringer afgørende for valg af tilsætningsmidler i borevæsken.

6.4.6 Generelt

Maskiner til styret boring findes ligeledes som terrænmodel og pitmodel. Se figur 6.13 og 6.14.



FIGUR 6.13
Materiel til styret boring - terrænmodel.



FIGUR 6.14
Materiel til styret boring – pitmodel.

Karakteristiske størrelser for styret boring med pitmodel til rør på 100 mm er som i figur 6.15.

Diameter af borehoved	40 mm
Længde	1,8 m
Vægt	477 kg (nogle kan deles op)
Borehastighed	30-40 m/time
Boreradius	20 m
Max borelængde	30 m
Max diameter på installeret rør	110 mm

FIGUR 6.15
Karakteristiske størrelser for styret boring.

Fordele ved styret boring:

- Høj borehastighed og sikker styring
- Let at transportere, nogle pitlauncemodeller kan skilles
- Installation af rør på 100 mm er mulig
- Nøjagtighed er relativ høj
- Mange entreprenører har udstyr, og det er meget anvendeligt i andre sammenhænge

Begrænsninger ved styret boring:

- Prisen er høj
- Der anvendes borevæske
- Terrænudgaver er i mange tilfælde for store

7 Sammenfatning og vurdering af no-dig udstyr

Det fremgår af foregående kapitel, at der findes flere typer af udstyr, som kan anvendes til rørlægning uden opgravning i forbindelse med fraseparering af tagvand.

Opgaverne med fraseparering af tagvand fra et almindeligt parcelhus er absolut i entreprenørmæssig sammenhæng en meget lille opgave. Derfor har det betydning, at maskinerne er integrerede, så der ikke skal mobiliseres mere end en enhed for at gennemføre opgaven. Dette er en ideel betragtning, hvor den konkrete udførelse afhænger af den enkelte entreprenørs maskinel, arbejdsbelastning mm.

Samlet vurderes, at hammerboringen er den teknik, der vil være bedst egnet, og som vurderes at kunne klare alle forekommende opgaver indenfor området. Specielt vurderes den pitbaserede udgave at være meget anvendelig, ikke mindst i en version der er integreret med en minigravemaskine som vist på figur 7.1.

FIGUR 7.1



Integreret udstyr, her som gravemaskine.



FIGUR 7.2

Det integrerede udstyr sætter pit-model i jorden.



FIGUR 7.3
Pit-model i funktion med ekstern kraftforsyning.

Investering i udstyr til en enhed, der skal udføre arbejdet, løber op i knap 1 million og en dagspris på ca. 3000 kr. excl. moms og mandskab. Kalkulation af lejeprisen er baseret på hovedtal angivet i figur 7.4.

Materiel	Indkøb* 1000 kr.	Udnyttelse %	Dagleje kr.
Lastbil 8 tons	300	70	800
Kompressor 3,6 m ³	80	50	375
Minigraver 1750 kg	200	50	750
Boremaskine	400	50	1200
I alt	980	-	3125

FIGUR 7.4
Hovedtal til kalkulation af lejepris for udstyr

Der er selvsagt meget at hente økonomisk ved større projekter, hvor mange huse i et område får udført opgaver i en pulje.

8 Afpropning og nedlæggelse af ubenyttede ledninger

Når ledningssystemer tages ud af brug, er det vigtigt at sikre sig, at de afproppes forsvarligt, så der ikke senere opstår rottegener.

Rotter har gode trivselsmuligheder i ubenyttede ledninger. Her kan de have deres reder, og samtidig er der let adgang til ledninger, hvor maden flyder forbi konstant. Derfor er det vigtigt at afproppe ledninger, som ikke længere er i brug.

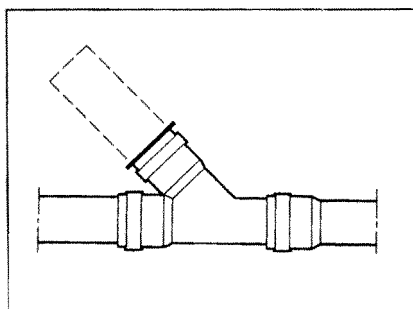
I DS 432 Norm for afløbsinstallationer er det angivet at:

- Ikke benyttede dele af en afløbsinstallation skal afproppes ved tilslutningen til den benyttede del
- Afløbsinstallationer skal udføres, så rotter får dårligst mulige levevilkår.

Dette er ensbetydende med, at ikke benyttede ledningssystemer afproppes så tæt som muligt ved den benyttede del, helst helt ud i selve grenrøret. Den del af ledningssystemet, som ikke længere er i brug skal helst fjernes. Er dette ikke muligt, skal den afproppes i begge ender og fyldes op med sand, letbeton eller lignende, så ledningen ikke med tiden falder sammen og giver et hulrum under gulvet.

8.1 Afpropning

Afpropning af en ledning skal ske med en korrekt endeprop i samme materiale som ledningssystemet. Afpropningen skal ske i grenen tæt ved den benyttede del.



FIGUR 8.1
Afpropning af en ledning, der ikke længere benyttes.

Er det ikke muligt at fremskaffe korrekte endepopper, fx fordi ledningssystemet er gammelt, bør man lave en overgang til et moderne materiale og derefter afproppe.

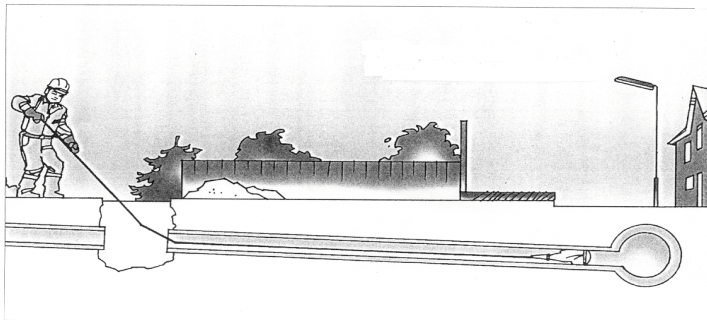
Når afpropningen er foretaget, er det vigtigt med en god komprimering af jorden uden for afpropningen. Eventuelt kan en omstøbning med beton blive nødvendig.

8.1.1 Afpropning uden opgravning

Hvis det ikke er muligt eller hensigtsmæssigt at grave op i forbindelse med afpropningen, findes der forskellige metoder, som kan anvendes helt eller delvis uden opgravning.

Rottestopprop

Fra et adgangshul skubbes en pose med ekspanderende specialcement ud til ledningssystemet med en rørål. Med et kamera i hovedledningen kontrolleres, at posen er korrekt placeret. Herefter udhærder cementen, og stikledningen er afproppet. Efterfølgende kan stikledningen fyldes med egnet materiale, som fyldes i fra adgangshullet.



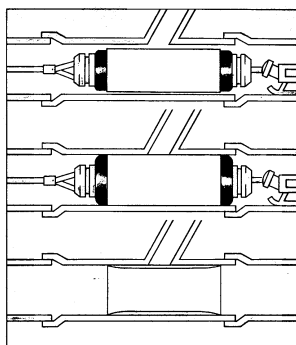
FIGUR 8.2
Afpropning af en sideledning med en Rottestopprop.

Hvis den benyttede ledning har en tilstrækkelig stor dimension $\varnothing 150$ - $\varnothing 200$, kan de no-dig metoder, der normalt anvendes til punktrepARATIONER, anvendes til afpropning af ubenyttede ledninger.

Kort strømpeforing

En kort strømpeforing anbringes på en oppustelig bold og føres ind i ledningen fra en nedgangsbrønd. Den placeres ud for den ikke benyttede ledning under overvågning fra et videokamera. Bolden blæses op, og strømpen hærdes.

Forudsætninger: Der kræves adgang fra begge sider, fx en 1 m brønd, en opgravning eller som minimum i den ene ende af en 400 mm rense- og inspektionsbrønd. Der må ikke være forskudte samlinger klasse 3 og 4 i ledningen.



FIGUR 8.3
Afpropning ved hjælp af en kort strømpeforing.

Amkrete

Ved hjælp af en robot i hovedledningen anbringes og oppustes en bold i den ikke benyttede ledning umiddelbart ved hovedledningen. Robotten forsynes nu med et pudsebræt. Via robotten trykkes en epoxymasse ud omkring bolden, og massen glattes af med pudsebrættet.



FIGUR 8.4
Afpropning ved hjælp af Amcrete.

8.2 Nedlæggelse af en ledning

Når ledningsstrækninger ikke længere er i brug, bør ledningerne nedlægges eller graves op.

Hvis ledningen får lov til at blive liggende uden yderligere foranstaltninger, vil den kunne udvikle sig til en rotterede, eller den kan falde sammen, så jord eller bygning over ledningen sætter sig.

Nedlæggelse af en gammel ledning foregår normalt ved, at den fyldes op med et eller andet materiale. De materialer, der anvendes, kan være følgende.

Enskornet tørt sand

Opfyldninger sker ved indblæsning af sand efter samme princip, som i mange år er anvendt ved opfyldning af nedlagte olietanke.

Grusbeton

Grusbeton med stort indhold af flyveaske. Med et overtryk på 1-2 m presses grusbetonen ind i ledningen fra en brønd eller fra en mindre udgravning.

Betonite - cement suspension

Den aktuelle ledningsstrækning lukkes i begge ender. I den ene nedstrømsende anbringes et rør til injektion, og i den anden ende anbringes et udluftningsrør. Injiceringen foretages under 3 atmosfæres tryk og er afsluttet, når udluftningsrøret er fyldt op med cementmassen.

Porelet beton

En speciel blanding af cement, sand og vand med en vægtfylde på 1,3 t/m³ fyldes i ledningssystemet fra en betonkanon. Ledningsstrækningen afpropres i begge ender. I visse tilfælde fyldes ledningen ved gravitation fra en "stående ledning" monteret i opstrømsende. I andre tilfælde pumpes betonen ud fra betonkanonen, og fyldningsgraden kontrolleres med et udluftningsrør i den nederste ende.

Fejl på ledningen

Uanset den valgte metode skal man være opmærksom på følgende forhold, som har indflydelse på resultatet af det udførte arbejde:

- a) Åbne og forskudte samlinger
- b) Stik (afpropning før opfyldning)
- c) Revnede, sammenbrudte rør

- d) Forhindringer i ledningerne
- e) Kontrol af fyldningsgrad

Ad: a, b, c:

Hvis der på ledningsstrækningerne er åbne og forskudte samlinger, uafproppede stik og revnede og sammenbrudte rør, vil forbruget af fyldmateriale være svært at beregne på forhånd.

Anvendelsen af fintkornet sand i sådanne ledninger må frarådes, da man kan risikere stor borttransport, hvis der samtidig er høj grundvandsstand.

Ad: d.

I enkelte tilfælde har ledninger med mange aflejringer givet problemer under opfyldningen.

Ad: e.

Når opfyldningen foregår med en cementblanding, skal ledningsstrækninger afproppes i begge ender. Der skal etableres et udluftningsrør i den ene ende og et påfyldningsrør i den anden ende.

9 Forundersøgelser

For at kunne vurdere om nedsivning af tagvand i faskiner er muligt, og hvor eventuelle faskiner kan anbringes, skal der foretages forundersøgelser på den enkelte parcel.

De nødvendige oplysninger er fx, oplysninger om andre ledninger, tegningsmateriale, jordbundsforhold, terræn- og faldforhold, adgangsforhold, antal og placering af tagnedløb, tagareal, m/u kælder mv.

9.1 Andre ledningsanlæg og konstruktioner

9.1.1 Lovgrundlag

Ledninger

Regler vedrørende ledningsanlæg i jord herunder minimumsafstande mellem ledninger af forskellig type og sikring af eksisterende ledninger fremgår af DS 475 Norm for etablering af ledningsanlæg i jord.

Olietanke

Regler vedrørende placering mm. af olietanke fremgår af "Olietanksbekendtgørelsen", bekendtgørelse nr. 386 af 21. august 1980 om kontrol med oplag af olie mv.

9.1.2 Oplysninger om placering

El

Private stikkabler etableres for bygherrens regning af aut. el-installatør. Installatøren fremsender en anmeldelse til el-selskabet, sammen med en skitse af tilslutningssteder. Begge dele opbevares af el-selskabet.

Hos det lokale elselskab kan man pr. telefon få oplysning om stikkablernes placering, men ikke alle elselskaber udleverer stikplaner.

Gas

Private stikledninger etableres af gasselskabet fra forsyningsledning i vej til målerstab. Stikplaner kan rekvireres hos gasselskabet.

Vand

Private stikledninger (jordledninger) etableres for bygherrens regning af aut. gas- og vandmester. Gas- og vandmesteren sender en anmeldelse til vandværket. Hos de fleste vandværker kan man få stikplaner, men nogle vandværker gør dog opmærksom på, at placering af jordledninger på privat grund ikke er målfast.

Telefon

Private stikkabler etableres af telefonselskabet. Stikplaner kan rekvireres hos telefonselskabet.

Kloak

Privat stikledning etableres for bygherrens regning af aut. kloakmester. Kloakmesteren anmelder arbejdet til kommunen. Stikplaceringen fremgår normalt af kloakplanen i kommunens byggesag.

Olietanke

Private olietanke skal være typegodkendte, og tankattest skal indsendes til kommunen. Kommunen skal have mulighed for at syne tanken inden tildækning, og arbejdet skal derfor anmeldes til kommunen senest 8 dage inden tildækningen. Tankens placering vil normalt fremgå af tegninger i kommunens byggesag.

9.1.3 Lokalisering af stikledninger

Hvis der ikke er tegninger over stikledningernes placering, findes der søgnings-/sporingsudstyr til de fleste lednings- og kabeltyper. Er man usikker på placeringen, er det nødvendigt med en prøvegravning.

9.2 Jordbundsforhold

Det skal undersøges, om jorden er egnet til nedsivning af tagvand. Jævnfør afsnit 5 kan faskiner dimensioneres til alle jordbundsforhold, men i praksis vil det være sådan, at faskinelængden i lerjord bliver så stor, at det er umuligt at placere den på grunden.

9.3 Afstandskrav

Faskiner skal anbringes mindst 25 m fra drikkevandsboringer, og afstanden til vandløb, søer eller havet skal være mindst 25 m. Disse afstandskrav skal overholdes jævnfør miljølovgivning.

I SBI-anvisning 185 - Afløbsinstallationer angives der følgende vejledning vedrørende afstandskrav.

Faskinens midtlinie (længdeakse) og endepunkter bør holdes mindst 5 m fra beboelseshuse og fra huse, hvorunder der tillades udgravet kælder. Ved huse uden beboelse og uden kælder kan afstanden nedsættes til 2,0 m. De anførte afstande skal overholdes for bygninger på selve ejendommen og også ved eksisterende og fremtidig mulig bebyggelse på naboejendomme.

Af hensyn til risiko for opblødning bør faskinen ikke anbringes nærmere end 2 meter fra skel.

10 Eksempler på projektering af anlæg

I projektet er der gennemført forundersøgelser, besigtigelser med registrering af aktuelle forhold samt skitseprojektering af 23 anlæg. Husene er udvalgt således, at man har forsøgt at dække følgende forhold:

- Aldersfordeling – aldersfordelingen for de udvalgte huse svarer til landsgennemsnittet for parcelhuse
- Der er udvalgt huse både med og uden kælder

Samleskema for skitseprojekter										
Adresse		Opførelsesår	Tagareal	Faskinevolumen	Antal faskiner	Antal nye brønde	Antal m ny ledning	Antal frakoblinger / tilpropninger	Pris i alt excl. Moms	
			m ²	m ³	stk.	stk.	m		kr.	
Hus nr.	1	1923	210	2,52	1	1	10	5	22.270	
Hus nr.	2	1923	254	3,05	1	0	21	5	21.268	
Hus nr.	3	1923	151	1,81	1	2	38	5	33.866	
Hus nr.	4	1938	88	1,06	1	1	6	1	14.044	
Hus nr.	5	1951	92	1,10	1	1	30,5	5	25.387	
Hus nr.	6	1951	63	0,76	1	0	3	2	9.169	
Hus nr.	7	1951	63	0,76	1	1	20	3	20.414	
Hus nr.	8	1953	209	2,51	2	1	14	4	28.778	
Hus nr.	9	1959	122	1,28	2	0	11	3	19.408	
Hus nr.	10	1964	276	3,31	1	3	47,5	3	44.367	
Hus nr.	11	1964	125	1,50	1	0	14	3	15.524	
Hus nr.	12	1964	178	2,47	1	0	15	3	18.652	
Hus nr.	13	1964	235	2,82	1	1	33	4	28.195	
Hus nr.	14	1966	241	Ikke muligt at frakoble regnvand og kloak						
Hus nr.	15	1969	195	2,34	1	1	15	3	19.965	
Hus nr.	16	1970	235	2,82	1	1	47	7	31.295	
Hus nr.	17	1971	132	1,58	1	2	13	2	24.193	
Hus nr.	18	1971	258	Meget dyr, dårlige adgangsforhold						
Hus nr.	19	1972	204	2,45	1	0	37	6	23.468	
Hus nr.	20	1973	175	2,10	1	1	28	4	25.524	
Hus nr.	21	1973	227	2,72	1	0	32,5	6	23.834	
Hus nr.	22	1974	251	3,01	1	0	40	10	34.217	
Hus nr.	23	1976	185	2,22	2	0	15	3	26.109	

FIGUR 10.1

Skema der viser anlægsprisen for de udvalgte 23 skitseprojekter.

På basis af skitseprojektet er der gennemført overslagsberegninger for etablering af faskiner.

Forundersøgelser, skitseprojektering og beregning af overslagspris for etablering af faskiner er afrapporteret i en separat rapport, som ikke indgår i denne rapport. I nærværende rapport vises sammenfatningen i form af figur 10.1, der viser overslagspriser for etablering af faskiner på samtlige parceller.

Desuden er det valgt at præsentere 4 forskellige skitseprojekter i detaljer i dette afsnit.

Af figur 10.1 fremgår det, at det billigste projekt koster ca. 9.000 kr. og det dyreste ca. 44.000 kr. Desuden var det ikke muligt at separere regn- og spildevand i et af projekterne. Gennemsnitsprisen for etablering af en faskine ved hjælp af no-dig er ca. 24.000 kr. Dette er ensbetydende med at etablering af en faskine normalt ikke vil kunne ske alene for de 12.000 kr. som kommunen kan vælge at udbetale til borgerne. I langt de fleste tilfælde skal borgerne også selv betale en del.

I ganske enkelte tilfælde var det åbenlyst, at gravning var den simpleste løsning og her er kun beregnet overslagspris for denne løsning (hus nr. 6). I alle andre tilfælde er der taget udgangspunkt i at anvende no-dig løsning i så stor udstrækning som muligt på hver enkelt parcel. No-dig løsningen er den mest skånsomme metode og giver mindst mulige gener for husejerne.

10.1 Beregningsforudsætninger

En styret boring vil kunne udføres for 250 kr. pr. meter incl. rør. En tilsvarende gravning incl. rør vil prismæssigt afhænge meget af dybde og havens udførelse. Her tænkes på, om der er buske, træer, flisebelægning og terrænspring eller, om der "kun" er en græsplæne. Gravning kræver også, at en større mængde jord skal flyttes/køres væk.

Eksempler på priser med gravning incl. rør:

- i græsplæne 2 meters dybde ca. 450 kr. pr. meter
- i flisebelægning 2 meters dybde ca. 1000 kr. pr. meter
- i prydhave 2 meters dybde ca. 1.500 kr. pr. meter

Det er således klart billigst at anvende styret boring, når man ser på meterprisen. Det er anstillingen af boreudstyret, der er dyr (1.500 kr.), og derfor er styret boring mest fordelagtigt ved etablering af længere ledningsstrækninger.

De beregnede priser fra skitseprojekteringen er beregnet enten for no-dig eller for graveløsninger. For at belyse prisforskellen mellem de to løsningsmuligheder er der i det følgende vist et beregningseksempel både på en graveløsning og på en no-dig løsning. Som eksempel er valgt eksempel 4 (hus nr. 15).

Ydelse	enh.	antal	å pris	pris
Gravearbejde og reetablering pr. faskine	stk	1	1240	1240
Lastvogn og afh. af jord pr. faskine	stk	1	1200	1200
Etablering af faskine med kassette og fiberdug	m ³	2,34	1421	3325
Anstilling	stk	1	2500	2500
Opgravning for tilslutning til eksisterende	stk	1	1500	1500
Sætning af nye Ø315 tagbrønde	stk	1	4500	4500
Tørledning nedgravet	m	0	200	0
Frakobling / tilpropning	stk	3	150	450
Gravning og reetablering i græsplæne incl. rør i 1,5 m	m	7	300	2100
Gravning og reetablering i fliseegang incl. rør i 1,5 m	m	8	900	7200
Pris i alt excl. moms				24015

FIGUR 10.2
Beregning af overslagspris ved udførelse af faskineanlæg i hus nr. 15 ved gravning alene.

I figur 10.3 er vist den tilsvarende beregning af overslagspris for det samme projekt udført med styret boring.

Ydelse	enh.	antal	å pris	pris
Gravearbejde og reetablering pr. faskine	stk	1	1240	1240
Lastvogn og afh. af jord pr. faskine	stk	1	1200	1200
Etablering af faskine med kassette og fiberdug	m ³	2,34	1421	3325
Anstilling	stk	1	2500	2500
Opgravning for tilslutning til eksisterende	stk	1	1500	1500
Sætning af nye Ø315 tagbrønde	stk	1	4500	4500
Tørledning nedgravet	m	0	200	0
Frakobling / tilpropning	stk	3	150	450
Styret boring incl. Ø110 rør	m	15	250	3750
Anstilling	stk	1	1500	1500
Pris i alt excl. moms				19965

FIGUR 10.3
Beregning af overslagspris ved udførelse af faskineanlæg i hus nr. 15 ved styret boring.

De to beregningseksempler viser, at etablering af faskineanlæg ved hjælp af styret boring er billigere end ved traditionel gravning.

Det attraktive ved etablering af faskiner ved hjælp af no-dig løsninger er, at det giver minimale gener fra opgravning og at der skal bruges langt færre kræfter og penge på reetablering af haveanlæggene. I mange haveanlæg, der er planlagt og etableret med omhu, vil no-dig løsningen være den eneste mulighed for etablering af faskineløsninger. I figur 10.4 er vist eksempel på en have, der er anlagt på en måde, så gravning er uønsket og skal holdes på et minimum.



FIGUR 10.4
Eksempel på anlagt have, hvor gravning er uønsket.

På de følgende sider er vist 4 eksempler på anlægsudformninger.

Eksempel 1: Hus nr. 6

Denne løsning var den billigste, idet etablering af faskinen ved gravning kostede ca. 9.000 kr.

Eksempel 2: Hus nr. 10

Denne løsning var den dyreste på grund af krav til mange nye ledninger og sætning af 3 nye tagbrønde.

Eksempel 3: Hus nr. 14

Denne ejendom er et eksempel på et projekt, hvor etablering af faskinen ikke er mulig. Dette skyldes, at afvandingen fra de flade tage er ført til stående ledninger midt i huset. Under huset er tagvandet derefter sluttet sammen med spildevandet fra wc og andre afløb.

Eksempel 4: Hus nr. 15

Prisen på etablering af faskiner i denne ejendom ligger omkring gennemsnittet, idet prisen er på ca. 20.000 kr. En stor del af de eksisterende ledninger har kunnet genbruges, og der skal kun etableres begrænsede længder af nye ledninger. Etablering af faskiner på denne ejendom ved hjælp af gravning alene koster ca. 24.000 kr.

10.2 Sammenfatning

Etablering af faskineanlæg vil kun i de færreste tilfælde kunne gennemføres for de 12.000 kr., som kommunen kan vælge at tilbagebetale, hvis tagvandet nedsives i stedet for at afledes til det kommunale afløbssystem.

Prisen for et faskineanlæg ligger i gennemsnit på ca. 24.000 kr. og i mange tilfælde vil det være billigere at etablere et faskineanlæg ved hjælp af no-dig metoder end ved traditionel gravning.

Endelig er anvendelsen af no-dig metoder meget skånsom mod haveanlæggene. Der er minimale gener fra opgravning og der skal ikke anvendes kræfter på reetablering af beplantning, fliser eller andet.

Eksempel 1

Adresse: Hus 6

Boligtype: Villa med høj rejsning. Tagareal: 63 m².
Kælder: Ja.
Carport: Nej. Skal denne tilsluttes: . Tagareal: 0 m².
Andet Nej. Skal denne tilsluttes: . Tagareal 0 m².

Projekt med fraseparering omfatter:

Faskinevolumen (kassette) 0,76 m³ B x L x D: 0,54 x 2,90 x 0,54 m³
Antal nye tagbrønde: 0 stk
Antal afskæringer: 1 stk
Antal afpropninger: 2 stk
Antal meter ny ledning: 3 m

Kommentarer:

Adgangs forhold: Ok.
Areatype/belægninger: græs / fliser.
Placering af faskine: græs.
Jordbundsforhold: silt (med forbehold, K-faktor 5 µm/s).
Konflikter med gas/vand/el: Ingen, da eksisterende ledninger anvendes.
Udførelsesmetode: gravning.

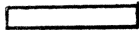



Dette er det billigste af de 21 skitseprojekter, hvilket skyldes en meget stor genanvendelsesgrad af eksisterende ledninger, og dermed kun 3 meter ny ledning, samt at der ikke sættes nogle nye tagbrønde.

Overslagspris:

Ydelse	enh.	antal	á pris	pris
Gravearbejde og reetablering pr. faskine	stk	1	1240	1240
Lastvogn og afh. af jord pr. faskine	stk	1	1200	1200
Etablering af faskine med kassette og fiberduk	m ³	0,76	1427	1079
Anstilling	stk	1	2500	2500
Opgravning for tilslutning til eksisterende	stk	1	1500	1500
Sætning af nye Ø315 tagbrønde	stk	0	4500	0
Tørledning nedgravet	m	0	200	0
Frakobling / tilpropning	stk	2	150	300
Gravning incl. Ø110 rør i 2,5m	m	3	450	1350
Anstilling	stk	0	1500	0
Pris i alt excl. moms				9169

Planskitse 1:200

Signaturforklaring:

	Faskine
	Afkobling / afpropning
	Tagedløb m/ tagbrønd
	Større brønd (1 m)



Eksempel 2

Adresse: Hus 10

Boligtype: Villa. Tagareal: 257 m².
Kælder: Nej.
Carport: Ja. Skal denne tilsluttes: Ja. Tagareal: 19 m².
Andet: Nej. Skal denne tilsluttes: . Tagareal: 0 m².

Projekt med fraseparering omfatter:

Faskinevol (kassette): 3,31 m³ B x L x D: 0,54 x 12,62 x 0,54 m³
Antal nye tagbrønde: 3 stk
Antal afskæringer: 2 stk
Antal afpropninger: 3 stk
Antal meter ny ledning: 47,5 m

Kommentarer:

Adgangs forhold: Ok.
Arealtype/belægninger: græs / fliser.
Placering af faskine: græs.
Jordbundsforhold: silt (med forbehold, K-faktor 5 µm/s).
Konflikter med gas/vand/el: Krydser telefon, vand og gas.
Udførelsesmetode: gravning / styret boring.

Dette er det dyreste skitseprojekt, hvilket skyldes at ejendommen kræver lægning af 48 meter ny rørledning, sætning af 3 nye tagbrønde, og dermed et større bore / gravearbejde.

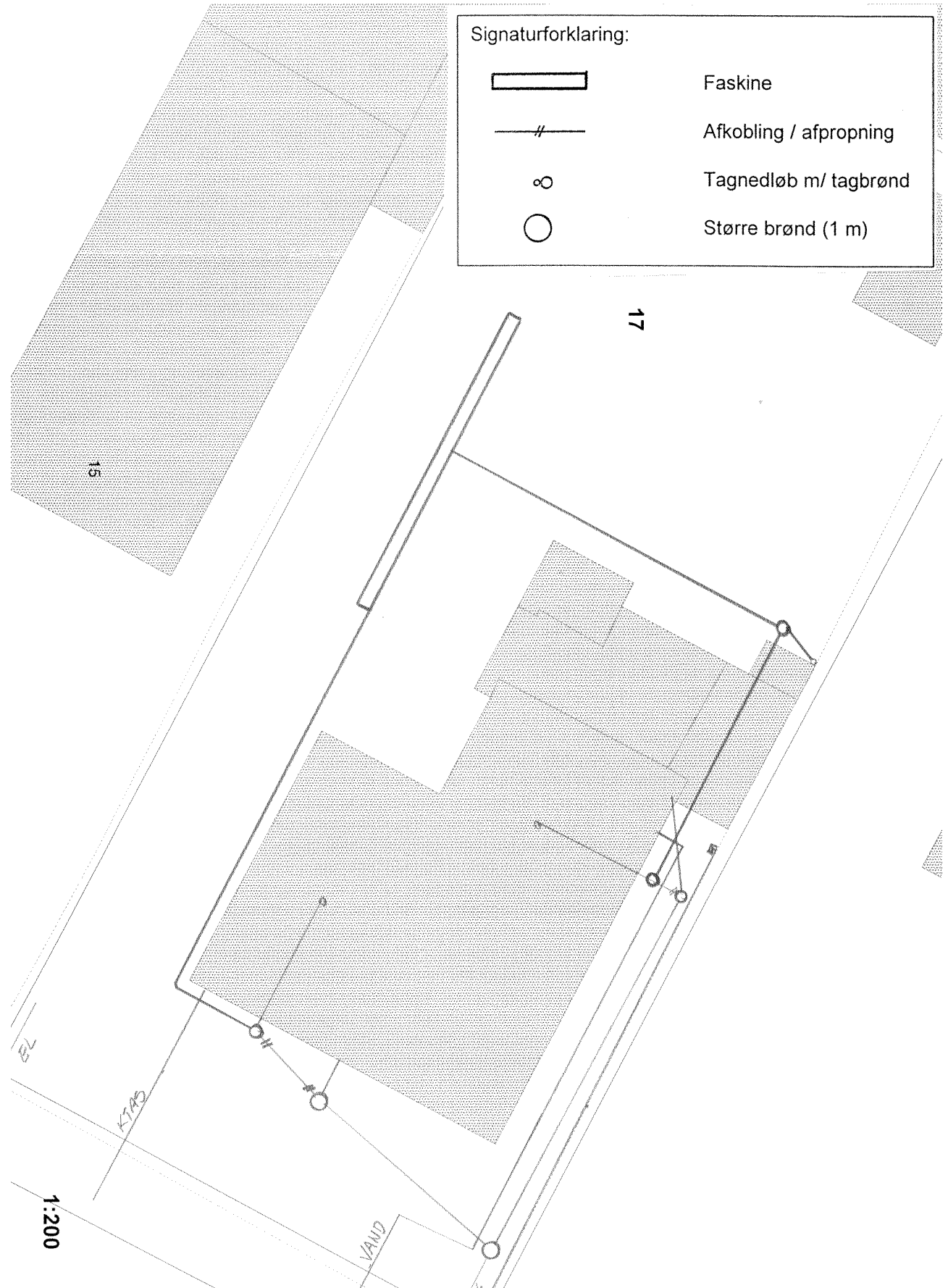
Overslagspris:

Ydelse	enh.	antal	å pris	pris
Gravearbejde og reetablering pr. faskine	stk	1	1240	1240
Lastvogn og afh. af jord pr. faskine	stk	1	1200	1200
Etablering af faskine med kassette og fiberdug	m ³	3,31	1420	4702
Anstilling	stk	1	2500	2500
Opgravning for tilslutning til eksisterende	stk	2	1500	3000
Sætning af nye Ø315 tagbrønde	stk	3	4500	13500
Tørledning nedgravet	m	2	200	400
Frakobling / tilpropning	stk	3	150	450
Styret boring incl. Ø110 rør	m	46	250	11375
Anstilling	stk	4	1500	6000
Pris i alt excl. moms				44367

Eksempel 2

Adresse: Hus 10

Planskitse 1:200



Eksempel 3

Adresse: Hus 14

Boligtype: Villa med fladt tag. Tagareal: 195 m².
Kælder: Nej.
Carport: Ja. Skal denne tilsluttes: Nej. Tagareal: 46 m².
Andet: Nej. Skal denne tilsluttes: . Tagareal: 0 m².

Projekt med fraseparering omfatter:

Faskinevol (kassette): 0,00 m³ B x L x D: 0,54 x 0,00 x 0,54 m³
Antal nye tagbrønde: 0 stk
Antal afskæringer: 0 stk
Antal afpropninger: 0 stk
Antal meter ny ledning: 0 m

Kommentarer:

Adgangs forhold: Ok.
Areatype/belægninger: græs / fliser.
Placering af faskine: --.
Jordbundsforhold: silt (med forbehold, K-faktor 5 µm/s).
Konflikter med gas/vand/el: --.
Udførelsesmetode: --.

Denne ejendom er et eksempel på et projekt som ikke kan lade sig gøre uden en større ombygning af tagkonstruktionen. Tagvandet kan ikke frakobles til en faskine. Dette skyldes at afvandingen fra det flade tag er ført til faldstammer midt i huset. Disse er så sammenkoblet med wc og andre afløb under huset.

Overlagspris:

Ydelse	enh.	antal	å pris	pris
Gravearbejde og reetablering pr. faskine	stk		1240	
Lastvogn og afh. af jord pr. faskine	stk		1200	
Etablering af faskine med kassette og fiberduk	m ³		1425	
Anstilling	stk		2500	
Opgravning for tilslutning til eksisterende	stk		1500	
Sætning af nye Ø315 tagbrønde	stk		4500	
Tørledning nedgravet	m		200	
Frakobling / tilpropning	stk		150	
Styret boring incl. Ø110 rør	m		250	
Anstilling	stk		1500	
Pris i alt excl. moms				

Eksempel 4

Adresse: Hus 15

Boligtype: Villa. Tagareal: 195 m².
Kælder: Nej.
Carport: Ja. Skal denne tilsluttes: Nej. Tagareal: 47 m².
Andet: Nej. Skal denne tilsluttes: . Tagareal: 0 m².

Projekt med fraseparering omfatter:

Faskinevol (kassette): 2,34 m³ B x L x D: 0,54 x 8,92 x 0,54 m³
Antal nye tagbrønde: 1 stk
Antal afskæringer: 2 stk
Antal afpropninger: 3 stk
Antal meter ny ledning: 15 m

Kommentarer:

Adgangs forhold: Ok.
Areatype/belægninger: græs / fliser.
Placering af faskine: græs.
Jordbundsforhold: silt (med forbehold, K-faktor 5 µm/s).
Konflikter med gas/vand/el: ingen.
Udførelsesmetode: gravning / styret boring.

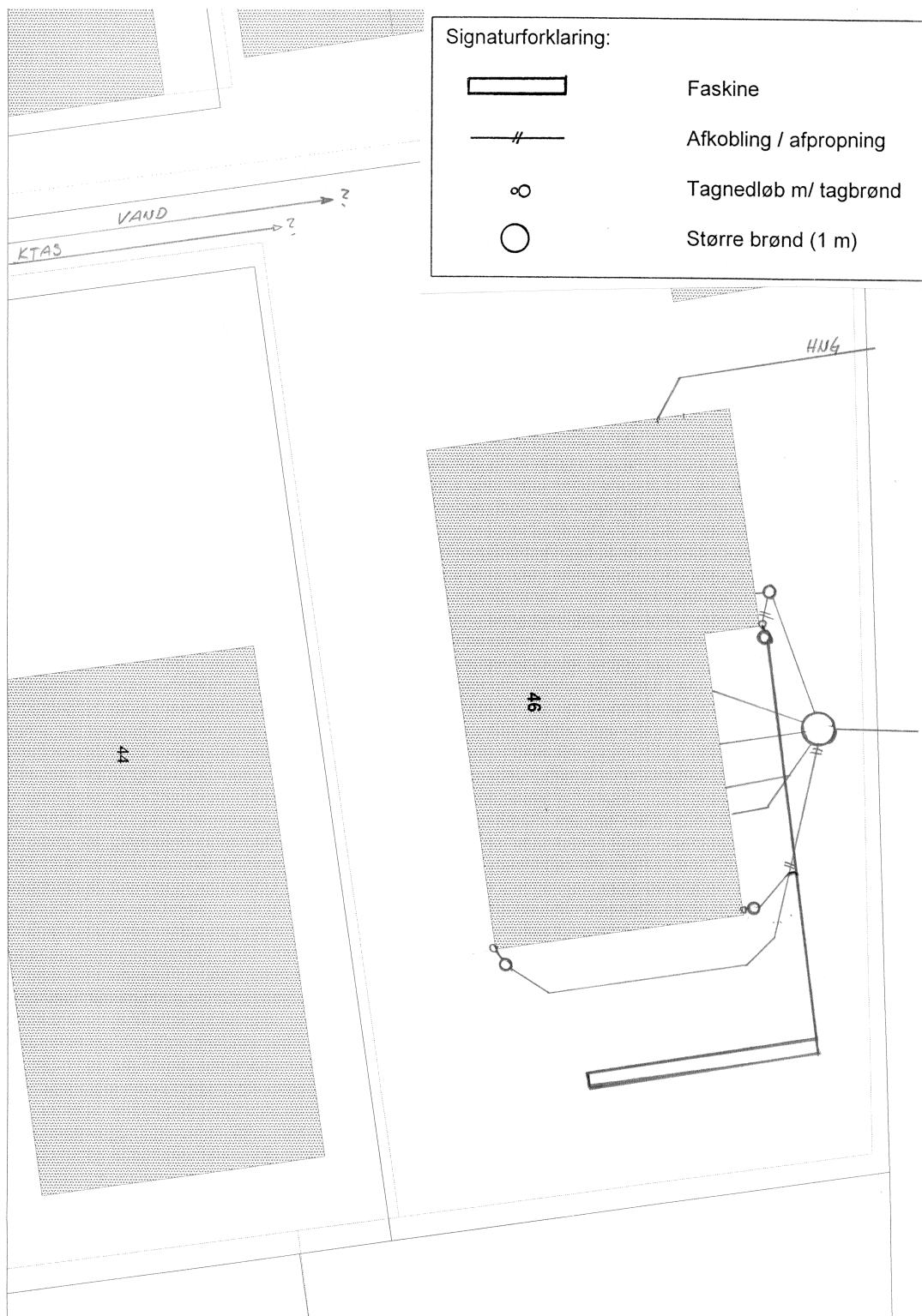
Olietank er opfyldt / lukket.

Denne ejendom kan frakobles til en faskine for ca. middelpriisen af de 21 skitseprojekter. Dette skyldes at her er genanvendt en stor del af de eksisterende ledninger og at carporten ikke tilsluttes faskinen. Derfor er nye ledninger begrænset til 15 meter og kun 1 ny tagbrønd.

Overslagspris:

Ydelse	enh.	antal	å pris	pris
Gravearbejde og reetablering pr. faskine	stk	1	1240	1240
Lastvogn og afh. af jord pr. faskine	stk	1	1200	1200
Etablering af faskine med kassette og fiberdug	m ³	2,34	1421	3325
Anstilling	stk	1	2500	2500
Opgravning for tilslutning til eksisterende	stk	1	1500	1500
Sætning af nye Ø315 tagbrønde	stk	1	4500	4500
Tørledning nedgravet	m	0	200	0
Frakobling / tilpropning	stk	3	150	450
Styret boring incl. Ø110 rør	m	15	250	3750
Anstilling	stk	1	1500	1500
Pris i alt excl. moms				19965

Planskitse 1:200



11 Fremtidige muligheder

Ud fra miljømæssige, ressourcemæssige og økonomiske betragtninger er der betydelige samfundsmæssige fordele ved at aflede tagvand til nedsivning lokalt fremfor til kommunens afløbssystem.

En lokal afledning af regnvandet indebærer en række fordele:

- Afledning lokalt vil øge dannelsen af grundvand
- Udgifter til kloakrening kan reduceres, idet der bliver bedre plads i ledningerne til at fore disse
- Renseanlæggene fungerer bedre, når tilførselen af regnvand reduceres
- Udledningerne fra overløbsbygværker til søer og vandløb reduceres
- Energiforbrug til pumpning af spildevand reduceres

For at disse fordele kan opnås i et fælleskloakeret område, er det nødvendigt, at tagvandet fra en meget stor del af bebyggelsen i området føres til nedsivning lokalt. Man kan ikke dimensionere et kloakanlæg ud fra nogle forventninger om, at grundejerne i området frivilligt afskærer deres tagvand fra det offentlige afløbssystem og fører dette til nedsivning på egen grund

Med den nugældende lovgivning er der intet incitament for den enkelte grundejer til at nedsive regnvandet på egen grund. De 12.000 kr., som lovgivningen giver kommunerne mulighed for at refundere til lodsejere, der afleder tagvandet til nedsivning i stedet for til kommunens afløbssystem, er i langt de fleste tilfælde ikke nok til at dække udgifterne. Det kan konstateres ud fra de skitseprojekter, der er udført i forbindelse med nærværende projekt, der viser, at udgifterne i gennemsnit er ca. 24.000 kr.. Endvidere viser erfaringer fra Hillerød Kommune, at et tilbud til grundejere om 12.000 kr. i økonomisk kompensation for at føre tagvandet til nedsivning på egen grund, endnu ikke har ført til, at nogen har gjort det.

En kommune kan i dag ændre kloaksystemet i et område fra at være fællessystem til at være separatsystem og i den forbindelse tvinge grundejerne til at separere afløbet fra deres ejendom. I konsekvens heraf er det ulogisk, at en kommune ikke på samme måde kan tvinge grundejerne til at afskære og nedsive deres tagvand, idet en sådan løsning i en række tilfælde vil medføre større fordele end skift til separatsystem, der ikke entydigt er bedre end fællessystem.

Hvis man ikke ønsker at ændre lovgivningen, så kommunerne får mulighed for at gennemtvinge en afskæring, skal man finde økonomiske incitament, der er væsentlige nok, til at grundejerne gør det frivilligt. Nogle muligheder for dette er:

- Vandafledningsbidraget reduceres for de ejendomme, hvor tagvandet nedsives på egen grund. Reduktionen skal være så stor, at grundejeren har tjent sine omlægningsudgifter ind på 2 max. 3 år. Ordningen vil være forholdsvis enkel at administrere.
- Der indføres afgift ("grøn afgift") på afledning af regnvand til offentlig kloak, og afgiften kan fx afhænge af antallet af m² tagareal. Sådanne afgifter/skatter benyttes i dag blandt andet i Tyskland. Afgiften skal være betydelig, hvis den skal føre til markante resultater indenfor en kort årrække. Med mindre oplysningerne fra BBR anvendes, vil indførelsen af en sådan ordning kræve et ikke

ringe administrativt arbejde til registrering af forholdene på de enkelte ejendomme.

De to skitserede muligheder kan naturligvis kombineres, ligesom de kan suppleres med en eller anden form for tilskudsordning, som de kendes fra fx etablering af anlæg til udnyttelse af vedvarende energi.

Hvis frivillighedsprincippet skal opretholdes, vil det være hensigtsmæssigt at gennemføre forsøg med forskellige kompensations-/afgiftsformer, så der kan opnås erfaringer med grundejernes reaktionsmønstre på området.

Oversigt over love og regler

Lovgivning:

I det følgende gives en oversigt over, hvilke regelsæt der findes vedrørende nedsivning af regnvand i Byggelovgivningen og Miljølovgivningen.

Miljøbeskyttelsesloven - Bekendtgørelse nr. 501 af 21-6-1999, Bekendtgørelse om spildevandstilladelser mv. efter miljøbeskyttelsesloven kapitel 3 og 4. (§ 29 - § 33).

Angiver de betingelser, der skal være opfyldt, for at kommunen kan give tilladelse til nedsivning af tagvand..

Miljøbeskyttelsesloven - Bekendtgørelse nr. 501 af 21-6-1999, Bekendtgørelse om spildevandstilladelser mv. efter miljøbeskyttelsesloven kapitel 3 og 4. (§ 6 - § 8)

Angiver regler for kommunernes Spildevandsplan, hvor det under nye udstykninger kan angives, at alt regnvandet skal nedsives. Områder, hvor regnvandet med fordel kan afskæres fra hovedkloaknettet, kan også angives i Spildevandsplanen.

Miljøbeskyttelsesloven - Bekendtgørelse nr. 501 af 21-6-1999, Bekendtgørelse om spildevandstilladelser mv. efter miljøbeskyttelsesloven kapitel 3 og 4. (§ 12)

Angiver reglerne for udtræden af det offentlige kloakfællesskab

Lov om betalingsregler for spildevandsanlæg mv. - lovbekendtgørelse nr. 923 af 5. december 1997.

Lov om ændring af lov om betalingsregler for spildevandsanlæg mv. Lov nr. 342 af 17. maj 2000.

Angiver regler for tilbagebetaling af tilslutningsafgift

Byggelov, Bygningsreglement 95, Småhusreglement 98.

Angiver regler for byggeri og byggesagsbehandling i forbindelse med byggearbejder herunder afløbsinstallationer.

DS 432 Norm for afløbsinstallationer, 1994

Angiver regler og krav til projektering og udførelse af afløbsinstallationer i jord. Reglerne kan betragtes som lovpligtige, idet der er henvist til denne norm i Bygningsreglementet.

DS 440 Norm for mindre afløbsanlæg med nedsivning, 1983

Angiver regler for dimensionering og udførelse af faskiner for 1-2 ejendomme. Dimensioneringsreglerne kan kun anvendes ved små anlæg.

Lov om gasinstallationer og installationer i forbindelse med vand- og afløbsledninger. Lov nr. 206 af 27. marts 2000.

Angiver, at alt arbejde med afløbsinstallationer, herunder afpropning og nedlægelse skal udføres af autoriserede kloakmestre.

Bekendtgørelse om undtagelser fra krav om autorisation som gas-, vand- og sanitetsmester eller kloakmester, 1980.

Angiver, at udførelse af faskiner på egen grund er undtaget fra kravet om autorisation, hvis de udføres efter reglerne i Bygningsreglementet og anbringes på egen grund.

Vejledninger:

I det følgende gives en oversigt over hvilke vejledninger og skrifter, der behandler nedsivning af regnvand.

Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5, 1999 til bekendtgørelse om spildevandstilladelser mv. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4.

Generel vejledning vedrørende de ovennævnte regler.

Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 12, 1998. Betalingsregler for spildevandsanl.

Angiver de økonomiske regler for udtrædelse af kloakfællesskabet og regler for tilbagebetaling af tilslutningsafgift.

Spildevandskomiteens skrift nr. 25, 1994. Nedsivning af regnvand - dimensionering.

Angiver nye mere videnskabeligt korrekte måder, at dimensionere faskiner på.

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen nr. 36, 1992. Lokal afledning af regnvand.

Vejledning i, hvorledes regnvand kan håndteres lokalt på den enkelte grund.

Lokal afledning af regnvand - eksempler på anlægsudførelse. Teknologisk Institut 1992.

Vejledning i projektering og udførelse af faskiner mv. Rapporten kan betragtes som et supplement til Miljøstyrelsens rapport nr. 36, 1992.

Effekten af nedsivning på traditionel regnvandsafledning – Laboratoriet for Teknisk Hygiejne, DTH 1992.

Angivelser af, hvilken effekt nedsivning af tagvand kan have på ledningssystemer, overløb og renseanlæg. Rapporten kan betragtes som et supplement til Miljøstyrelsens rapport nr. 36, 1992.

Faskiner til regnvand fra parcelhuse – Byg-Erfa blad 930830

Angiver, hvorledes faskiner til parcelhuse kan projekteres og dimensioneres efter reglerne i Miljøstyrelsens rapport nr. 36, 1992.

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen nr. 47, 1992. Faskiner.

Driftserfaringer med større danske faskiner.

Litteraturliste

- /1/ Hovgaard, J.: Jacobsen, P. og Mikkelsen, P.S. (1992): "Effekten af nedsivning på traditionel regnvandsafledning". Laboratoriet for Teknisk Hygiejne, DTH.
- /2/ Jacobsen, P.: Mikkelsen, P.S.: Anthonisen, U.: Faldager, I. og Hovgaard, J. (1992): "Lokal afledning af regnvand". *Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen nr. 36*. Miljøstyrelsen.
- /3/ Bruun, M.: Kristiansen, T.: Van de Ven, F.H.M. and Jacobsen, P. (1992): "Assesment of combined sewer overflow reduction tecniques". Proc. NOVATECH 92, Int. Conf. on Innovative Technologies in the Domain og Urban Storm Water Drainage, Lyon, 3-5 Nov. 1992, pp. 375-384.